

**EPS**

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Eng. Tècn. Agrícola Explotacions Agropec. Pla 99

Títol: Resultats de dos anys de Lluita Obligatòria pel control de la mosca de la fruita (*Ceratitis capitata*) en presseguers de les comarques de l'Alt i el Baix Empordà.

Document: MEMÒRIA

Alumne: JOAN BENEJAM VIDAL

Director/Tutor: Marià Vilajeliu Serra/Dr. Isidre Llorente Cabratosa

Departament: Eng. Química, Agrària i Tecn. Agroalimentària

Àrea: Producció Vegetal

Convocatòria (mes/any): 07 / 08

0	Resum.....	3
1	Agraïments.....	5
2	Introducció.....	6
2.1.1	Importància com a plaga.....	6
2.1.1.1	Origen geogràfic i distribució.....	7
2.1.1.2	Danys.....	9
2.2	Importància del sector de la fruita de pinyol.....	11
2.2.1	Espanya.....	11
2.2.2	Catalunya i Girona.....	12
2.3	<i>Ceratitis capitata</i>	13
2.3.1	Morfologia i cicle.....	13
2.3.1.1	Taxonomia.....	13
2.3.1.2	Descripció.....	14
2.3.1.2.1	Adult.....	14
2.3.1.2.2	Ou.....	16
2.3.1.2.3	Larva.....	16
2.3.1.2.4	Pupa.....	17
2.3.1.3	Cicle biològic.....	18
2.4	Estratègies de defensa.....	19
2.4.1	Mètodes de defensa química.....	19
2.4.1.1	Atracció i mort.....	20
2.4.1.1.1	Aniquilació d'adults amb atraients localitzats.....	21
2.4.2	Sistemes alternatius a la defensa química.....	22
2.4.2.1	Mesures agronòmiques acompanyants.....	22
2.4.2.2	Control Biològic.....	23
2.4.2.2.1	Parasitoides.....	23
2.4.2.2.2	Entomopatògens.....	24
2.4.2.3	Lluita Autocida.....	24
2.4.2.4	Captura Massiva.....	25

2.5	Marc legal que defineix la lluita obligatòria.....	27
2.6	Mètodes GIS aplicats al control de plagues.....	27
2.6.1	Introducció GIS.....	27
2.6.2	Sistemes d'Informació Geogràfica (GIS).....	28
2.6.3	Sistema de Posicionament Global (GPS).....	29
2.6.4	Utilització de GIS i GPS al monitoreig de plagues.....	29
3	Objectius.....	31
4	Material i mètodes.....	32
4.1	Parcel·les.....	32
4.1.1	Inventari de les parcel·les.....	32
4.1.2	Mapes de parcel·les.....	33
4.1.3	Arc View.....	34
4.2	Material utilitzat.....	36
4.2.1	Tipus de mosquers i esquers.....	36
4.3	Distribució dels mosquers al camp.....	38
4.4	Seguiment poblacional.....	39
4.4.1	Instal·lació de les trapes de monitoreig.....	39
4.4.2	Tipus de seguiment.....	40
4.5	Tractament estadístic de les dades.....	41
4.6	Controls precollita.....	42
4.7	Dades del seguiment de captures.....	46
5	Resultats.....	48
5.1	Dades del seguiment de captures.....	48
5.2	Distribució de la població a les parcel·les.....	57
5.3	Diferències d'afectació entre municipis.....	64
5.4	Efecte del factor temps en la dinàmica poblacional.....	66
5.5	Efecte de la distància a les zones humides a la població.....	70
5.6	Controls pre collita.....	72
6	Discussió dels resultats.....	74
7	Conclusions.....	76
8	Bibliografia.....	77

0 Resum

A les últimes dècades *Ceratitis capitata* ha estat una plaga important en el sector de la fruita dolça al nord-est de la península.

Des de finals dels anys 80 la mosca de la fruita està present a les plantacions de fruita dolça de Girona i ha tingut poblacions d'irregular intensitat en funció dels anys.

A l'any 2001 els danys van ésser molt importants en presseguer i en pomera, particularment les varietats més tardanes. Als anys 2003 i 2004 la pressió de la plaga va ser menor.

A partir de l'any 1995, es va iniciar l'aplicació dels programes de Producció Integrada de la fruita on totes les intervencions al cultiu responen a necessitats objectives per optimitzar la producció amb el consegüent estalvi principalment de tractaments insecticides.

El maneig tradicional contra la mosca de la fruita, particularment quan la intensitat de les seves poblacions és elevada requereix aplicar una sèrie de tractaments amb insecticides a les proximitats de la collita, pràctica que comporta un increment de residus a la fruita en el moment de la recol·lecció i un important efecte sobre la fauna auxiliar de les parcel·les, sense que tot i així es puguin impedir, en alguns casos, danys a la fruita.

Des de l'any 2000 el Servei de Sanitat Vegetal juntament amb l'Estació Experimental Agrícola Mas Badia venen desenvolupant assajos amb mosquers, atraients i sistemes de captura massiva amb la finalitat de monitoritzar millor les poblacions de la zona i buscar mètodes alternatius als insecticides comuns per un control efectiu de la plaga.

Al 2004 es va declarar l'existència oficial a Catalunya de la plaga de la mosca mediterrània de la fruita, *Ceratitis capitata* Wiedemann, mitjançant l'Ordre ARP/295/2004, del 19 d'agost, publicada al D.O.G.C. del 30 d'agost, on s'estableixen mesures obligatòries de lluita.

L'any 2005 s'estableix a Girona un projecte de Lluita Obligatòria contra la mosca mediterrània de la fruita i el Servei de Sanitat Vegetal inicia una campanya subvencionada pel

DAR i el MAPA a través de les ADVs pel seguiment de la qual s'organitza un conveni amb la fundació Mas Badia on es constitueix el punt de control de les plantacions de fruiters de pinyol de les comarques de l'Alt i el Baix Empordà.

El projecte engloba el treball realitzat durant els anys 2005 i 2006 en més de 300 ha de presseguers de l'Alt i el Baix Empordà que contempla aspectes biològics de *C. capitata*, la metodologia de seguiment i control utilitzada durant els dos anys, avaluacions realitzades a camp així com l'anàlisi de les dades obtingudes.

S'estudia la dinàmica poblacional de *C. capitata* determinant que aquesta augmenta a mesura que passa el temps a partir de la primera captura fins a la collita.

Es conclou que existeixen diferències d'afectació de *C. capitata* entre municipis i que existeix una correlació significativa entre els nivells poblacionals de *C. capitata* i la distància a les zones humides, sent menor la població quan més gran és la distància.

Finalment es determina que la tècnica de captura massiva d'adults de *C. capitata* permet un control satisfactori de la plaga.

1 Agraïments

La presentació d'aquest treball significa per mi un gran pas, no pas per un simple cas d'ambició, sinó per una qüestió de superació personal i perquè crec, que només tancant les portes que he anat deixant obertes podré obrir les finestres del meu futur.

Als meus pares i a en Lluís, moltes gràcies per tot el que heu fet i feu per mi, ho faria tot per vosaltres perquè sou el més important per mi.

A l'avia Maria, la Sandra i resta de família sense excepcions.

A en Ferran G. M., aquest treball és com a mínim mig teu, gràcies per tot, la teva amistat és per mi el millor resultat de tota aquesta feina, passarem als annals de la història dels trampers.

Altres cops a en Lluís, per l'ajuda en l'anàlisi de les dades i en tot el que l'hi hagi pogut demanar durant el treball i en qualsevol moment de la meua vida, tens entre moltes grans virtuts un gran talent i possiblement tota la perseverança que em falta.

Als meus pares adoptius de Mas Badia: Marià Vilajeliu, Adriana Escudero i Lluís Batllori, per les seves propostes, aportacions, correccions i paciència infinita.

A l'Isidre Llorente, gràcies per les aportacions i rapidesa en les correccions.

A la Fundació Mas Badia i a les empreses associades a la campanya.

Als meus amics i amigues, els de veritat, l'Àlex, Roger, Vícar, Juli, Marc, Marta, Jordi, Inès, Gemma, Alfons, Xavi, Jaume, Núria, Elna... sé que afortunadament em deixo a gent, sense la vostra amistat el meu món seria un desert.

Gràcies a tots i totes!

“Al final comptar mosques m’ha servit d’alguna cosa”

2 Introducció

2.1.1 Importància com a plaga

C. capitata està considerada a nivell mundial com una de les plagues clau que limiten el desenvolupament de la fructicultura, ja que les pèrdues en cas d'elevada infestació, poden arribar a ser d'un 80-90%, inclòs posant en pràctica algun mètode de control convencional, mentre que en una situació controlada de baixa infestació, les pèrdues són al voltant del 30% (Fimiani, 1989).

El dany que *C. capitata* produeix als cultius pot ser directe, quan la larva s'alimenta de la polpa del fruit perdent el seu valor comercial, quan es produeix una infecció en els fruits per fongs o bacteries com a conseqüència del dany causat per l'ovopositor de la femella a la superfície del fruit o per marques estètiques que dificulten o impedeixen la seva comercialització.

A part de l'afectació dels fruits apareixen una sèrie de problemes relacionats que també impliquen unes fortes pèrdues econòmiques. Per un costat en molts països als quals s'exporten els cítrics com el Japó i els Estats Units, *C. capitata* es considera una plaga en quarantena, per tant la presència d'una sola larva en una partida pot desencadenar la prohibició d'exportacions, amb les pèrdues econòmiques que representa. Segons Batkin et al. (1995), en el cas de l'estat de Califòrnia, una prohibició de les importacions per part del Japó suposaria unes pèrdues de 1.233 milions de dòlars i 14.200 llocs de treball. A aquest fet de gran rellevància s'hi afegeix el cost que suposen les mesures de control de *C. capitata*. Als Estats Units, tan sols als mesos d'estiu, el departament d'agricultura utilitza 500.000 emissors d'atraients per mascles en programes de seguiment, el que suposa un cost de milions de dòlars (Leonhardt et al., 1994). A Califòrnia, durant els últims 25 anys, el cost per excloure a *C. capitata* de la zona ha assolit ja els 500 milions de dòlars (Vargas et al., 2002). Al País Valencià el pressupost destinat al control de *C. capitata* durant el 1996 no arribava al milió d'euros (Tarazona, 1998), i en anys successius s'ha incrementat el valor fins a arribar a l'any

2005 fins a 7,5 milions d'euros per part de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació (Alfaro, 2005).

Afegit al problema de la quarantena i als tractaments post collita, trobem el del límit de residus màxims permesos que sol ser la causa més comuna de rebuig d'exportacions de l'estat espanyol cap a països de la Unió Europea i països transatlàntics. Aquest fet lliga completament amb algunes polítiques regionals i tipus de control de la plaga realitzat per molt productors fent un ús indiscriminat dels fitosanitaris, per por de les possibles pèrdues per culpa de la plaga i per unes tradicions culturals injustificades que provoquen un major cost en insecticides i un major cost també mediambiental.

Aquesta pressió constant sobre l'agrosistema es tradueix en un augment de resistències a plaguicides per part de certes espècies o bé al ressorgiment d'altres en eliminar els seus enemics naturals com és el cas de la *Icerya purchasi*, (*Homoptera: Margarodidae*) cotxinilla especialment problemàtica en cítrics.

2.1.1.1 Origen geogràfic i distribució

Existeixen diferents hipòtesis sobre l'origen geogràfic d'aquesta espècie. La més acceptada el situa al sud-est africà i Madagascar, on actualment existeix major nombre d'espècies del gènere *Ceratitis*. La dispersió cap al nord d'Àfrica probablement es deu a que fa uns 20.000 anys el desert del Sahara no estava tan estès com a l'actualitat, i per tant un gran sistema tipus sabana amb possibles fruits hostes com *Argania espinosa* o posteriorment les grans plantacions de cafè, podrien haver propiciat la seva dispersió. Tampoc es descarta a més, la possibilitat que fos transportada d'un lloc a altre en fruits infectats. De fet, aquesta devia ser una de les principals vies de dispersió per la qual al 1829 va ser citada per primera vegada a l'illa oceànica de Madeira, al 1840 a Màlaga (sud d'Espanya), al 1850 a Algèria, al 1855 a Tunísia i així successivament a tots als països de la conca mediterrània fins a arribar a l'actual distribució a nivell mundial (Buyckx, 1994; Howse i Knapp, 1996; Gasparich et al., 1997).

Entre els Tefritids, tan sols *C. capitata* és cosmopolita, colonitzant zones tropicals i temperades. La seva distribució arriba fins als 40 graus de latitud tant a l'hemisferi nord com al sud.

Alguns dels factors responsables de l'actual distribució d'aquest dípter són:

- a) Elevat caràcter polífag, ja que s'han citat uns 353 hostes potencials (Liquido et al., 1990).
- b) Gran potencial biòtic, ja que en comparació amb altres Tefritids presenta valors més baixos en quant a la duració del cicle vital (Christenson i Foote, 1960; Fletcher, 1989).
- c) Gran plasticitat en quant a la seva aclimatació, ja que és capaç de colonitzar i establir-se tant en zones amb producció agrícola de fruiters com en zones amb hostes silvestres (Carey, 1989).
- d) El seu caràcter polífag i la capacitat de tenir varies generacions l'any li confereixen totes les característiques per ser una plaga catalogada com a principal (FAO/IAEA, 1993)

A l'actual distribució de *C. capitata* destaquen aquelles àrees on potencialment podrien establir-se com a plaga, tot i això, el desenvolupament de programes extensius d'eradicació, inclòs a nivell nacional, mantenen algunes zones lliures mitjançant el control dels primers focs colonitzadors. Són exemples d'aquesta situació: Mèxic, el sud dels Estats Units, Xile, El centre sud d'Argentina i l'oest d'Austràlia.

Pel que fa a la zona mediterrània, està present a tots als països de l'àrea, de manera que el nombre de generacions i el grau d'infestació anual varia en funció de les característiques climatològiques de cada zona (Fimiani, 1989).

En el centre d'Europa és ocasional i pràcticament sempre lligat al transport de fruita. De manera que s'han citat infestacions a Alemanya, Àustria i Dinamarca, entre altres llocs on les condicions climàtiques no permetien l'establiment permanent de la plaga (Fischer i Bush, 1989).

2.1.1.2 Danys

La picada és efectuada per la femella realitzant una posta d'uns 10 ous aproximadament, als fruits que inicien la seva maduració, quan es produeix el canvi de color. La ferida és una via d'entrada de microorganismes que inicien la pudrició del fruit. A més les larves excaven galeries a l'interior del fruit, augmentant la descomposició i provocant la caiguda del fruit.

Quant els fruits cauen al terra constitueixen un problema ja que la mosca reinicia el cicle de nou multiplicant la població de la plaga.

Un altre dels reservoris importants de *Ceratitis* és la fruita dolça i madura que queda als arbres sense recollir un cop finalitzades les campanyes per motius econòmics i comercials.

La mosca de la fruita ataca a molts cultius. Depenent de l'època de l'any podem trobar mosca en uns o altres. A l'hivern apareixen femelles adultes que ataquen a taronges i clementines. A la primavera es produeix una segona generació que passa als albercocs. Al principi de l'estiu hi ha una tercera generació sobre els presseguers, a l'agost i setembre una quarta i una cinquena sobre préssecs, pomes, peres, figues, caquis i raïm.

En quant als cítrics a la zona mediterrània els principals danys es produeixen a les varietats més precoces de mandarines i taronges, durant els mesos de setembre, octubre i novembre.



Figura 1. A la imatge es pot observar un préssec afectat per *C. capitata*. A la dreta del fruit es poden observar diferents picades i a l'esquerra, un cop obert, l'interior en estat de descomposició per efecte de les larves. (Autor: Joan Benejam)



Figura 2. No és difícil trobar les larves a l'interior dels fruits afectats cosa que ens permet assegurar que les picades i la descomposició són fruit de la *C. capitata*. (Autor: Joan Benejam)

2.2 Importància del sector de la fruita de pinyol

2.2.1 Espanya

El presseguer és un dels fruiters més tecnificats i populars del món. L'estat espanyol és la segona productora a nivell europeu amb una producció de més d'un milió de tones.

El 20% de la producció es destina a la industrialització: conserva de fruits en almívar, suc, elaboració de mermelades i el 70% va destinat al consum en fresc principalment al mercat interior ja que tan sols el 10% es destina a l'exportació.

Als últims anys s'ha produït un increment de la producció que es deu fonamentalment a la renovació de les plantacions, a l'increment de la superfície de regadiu i a la millora de les tècniques de producció, per tant en general a un millor rendiment de les plantacions ja que la superfície plantada dels últims anys no ha variat significativament.

Les tendències de plantació del presseguer s'orienten al cultiu de varietats de maduració extremadament precoç, a les zones més càlides i de varietats tardanes de carn dura a les zones menys càlides.

Les preferències dels consumidors pel que fa al color de la carn i la intenció d'ús del fruit (mercat en fresc, enllaunat, congelació o assecat) contribueixen a la diversitat i al gran nombre de cultius en tot el món.

Taula 1. Produccions i superfície de préssec i nectarina dels principals països productors.

Països	Producció	Superfície
	Tones	Ha
Itàlia	1.664.776,00	85.812,00
Espanya	1.255.600,00	82.000,00
Grècia	864.380,00	43.266,00
França	400.855,00	17.056,00
Portugal	54.640,00	6.210,00
Hongria	48.363,00	7.980,00
Federació de Rússia	22.370,00	8.800,00
Ucraïna	21.000,00	8.200,00
Txeca, República	19.750,00	1.600,00
Romania	17.408,00	1.973,00
Bulgària	14.827,00	5.907,00
Eslovènia	11.158,00	643,00
Macedònia, La ex Rep Yug	11.041,00	1.250,00
Àustria	9.160,00	206,00
Moldova, República de	8.514,00	5.977,00
Albània	7.540,00	680,00
Croàcia	6.943,00	1.300,00
Polònia	5.520,00	3.210,00
la República de Montenegro	4.400,00	720,00
Eslovàquia	3.160,00	751,00
Bosnia y Herzegovina	3.089,00	874,00
Alemanya	754,00	104,00
Suïssa	165,00	12,00

FAOSTAT | © FAO Direcció d'Estadística 2007 | 16 setembre 2007

Es realitzen exportacions creixents anualment principalment dins el territori de la unió europea per valor de 123.611 tones (2005). (Anuari d'estadística agroalimentària 2006 Ministeri D'ARPA)

2.2.2 Catalunya i Girona

Catalunya és la segona productora de préssec i nectarina a nivell estatal darrera d'Aragó amb una producció de 226.334 tones repartides en un total de 16.187 hectàrees.

Girona amb 8.250 tones és la província catalana amb menys producció de les quatre, darrera de Barcelona, Tarragona i Lleida al capdavant amb 175.713 tones. (Anuari d'estadística agroalimentària 2006 Ministeri D'ARPA)

2.3 *Ceratitis capitata*

2.3.1 Morfologia i cicle

2.3.1.1 Taxonomia

La classificació de *Ceratitis capitata* segons Chinery (1988) és la següent:

- Classe: Insecte o Hexapoda
- Ordre: Dípter
- Subordre: Cyclorrhapha
- Superfamília: Schizophora
- Sèrie: Acaliptrata
- Família: Tephritidae
- Subfamília: Trypetinae
- Tribu: Trypetini
- Gènere: *Ceratitis* (McLeay, 1829).
- Espècie: *capitata* (Wiedemann, 1824).

C. capitata pertany al grup dels insectes holometàbols i presenta les següents fases de desenvolupament



Figura 3. Fotografia d'un exemplar mascle adult de *Ceratitis capitata* (Autor: Enrique Fernández Ramírez)

2.3.1.2 Descripció

2.3.1.2.1 Adult

Tenen una mida de 5 mm de longitud, de colors groc, blanc i negre. D'ulls verds i blavosos amb una lluentor metal·litzada. Les ales són de color sèpia amb tres línies ataronjades, una longitudinal i dues de transversals, amb nombroses taques negres.

Existeix dimorfisme sexual entre mascles i femelles, que ve determinat per l'ovopositor agut en forma triangular a les femelles i la terminació romboïdal de les antenes dels mascles. Els mascles tenen espermatozous madurs des de la sortida de la pupa i l'aparellament transcorre

després d'alguns dies. Els mascles manifesten la seva activitat sexual als 3 dies i les femelles als 4 o 5 de la sortida de la pupa.

L'aparellament té lloc en zones determinades anomenades "lek" (Prokopy i Roitberg, 1984). La formació d'un lek comença en llocs on un mascle emet feromona a través de la seva ampolla anal i agita les ales ràpidament durant 10 o 15 minuts; quan les femelles s'acosten, donen voltes al voltant del mascle, aquests mouen el cap i bateguen les ales, salten sobre les femelles i es produeix la còpula (Field., 2002).

L'abdomen de les femelles acaba en forma punxeguda, lloc per on treuen l'ovopositor per penetrar l'epidermis dels fruits.

Existeixen diferents estímuls que condicionen l'ovoposició de les femelles com el color, la mida, humitat i substàncies volàtils despreses pel fruit. Levinson et al. (2003) va observar com esferes de colors ataronjats amb una alta humitat interna provoquen una major ovoposició per part de *C. capitata*. La femella inspecciona la superfície del fruit buscant un lloc lliure de glàndules i secrecions per poder dipositar els ous. Un cop elegit el lloc de la posta, claven la punta de l'ovopositor perforant la pell del fruit. A continuació inicien la posta en petits paquets de 2 a 8 ous. Un cop inserits, dipositen sobre el fruit una feromona dissuasòria de l'ovoposició, arrossegant el seu ovopositor sobre la superfície de la fruita.



Figura 4. Dues fotografies d'exemplars adults de *Ceratitidis capitata* que permeten veure el seu dimorfisme sexual. A l'esquerra, el mascle, presenta antenes amb terminació romobial i a la dreta, la femella, l'ovopositor agut en forma triangular. (Fotografies extretes de <http://aramel.free.fr/>)

2.3.1.2.2 Ou

Son de color blanc i de forma ovoide allargada d'una longitud aproximadament d'1 mm. Amb una temperatura de 26° C les larves neixen en dos dies, mentre que amb temperatures de 10° C o inferiors no es produeix l'oclusió.

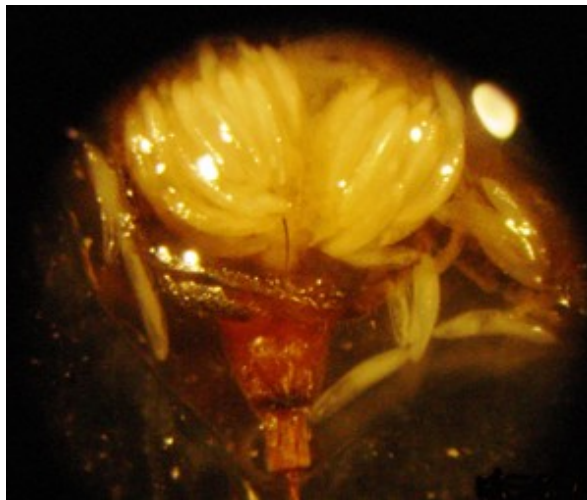


Figura 5. Fotografia dels ous, a l'interior d'un exemplar de *Ceratitits capitata*. (Fotografia extreta de <http://www.sag.gob.cl>)

2.3.1.2.3 Larva

Mesuren escassament 2 mm a l'inici del desenvolupament larvari. Posteriorment i després de realitzar un total de tres mudes poden assolir els 8 mm de longitud. Les larves són de color blanc marfil, àpodes i amb un aparell bucal mastegador amb el que destrueixen la polpa. Passats entre 8 i 10 dies assoleixen la maduresa i es dirigeixen cap a l'exterior del fruit fins el sòl. El fruit al sobremadurar sol caure, fet que facilita l'accés de les larves al sòl on temptegen amb el cap la superfície buscant un lloc apropiat per penetrar en el terreny. S'enterren a una profunditat entre 2 a 3 cm depenent de la compactació del sòl.



Figura 6. Fotografia d'una larva de *Ceratitidis capitata*. (Fotografia extreta de <http://www.floresalud.com>)

2.3.1.2.4 Pupa

Presenta forma cilíndrica de 5 mm de longitud i de superfície llisa amb una lleugera segmentació. El color és variable des del groc dels primers dies fins al castany fosc dels últims. La duració d'aquest estat ve condicionat per les temperatures. A una temperatura de 26° C i amb condicions favorables la duració pot ser de 10 a 11 dies, amb temperatures més baixes, aquesta fase es queda retardada a un major nombre de dies (Mavrikakis et al., 2000). El sòl, per tant, permet protegir a les pupes dels depredadors naturals i amortir les temperatures ambientals. La supervivència d'aquesta fase també està negativament correlacionada amb el percentatge de saturació d'aigua del sòl (Eskafi y Fernandez, 1990).



Figura 7. Fotografia de pupes de *Ceratitidis capitata* de 3mm aprox. (Fotografia extreta de <http://aramel.free.fr/>)

2.3.1.3 Cicle biològic

Diferents estudis realitzats els últims anys indiquen que aquest insecte pot completar fins a 7 o 8 generacions l'any, depenent de les condicions climàtiques.

Passa els mesos freds en estat de pupa, sota terra, al voltant dels arbres i, en època més o menys avançada, segons la regió i el clima, surten els adults, que volen entre les branques, buscant les zones més isolades. Després dels aparellaments les femelles adultes es dirigeixen als fruits per realitzar la posta atretes per l'olor i el color, prefereixen colors grocs i ataronjats. Per això els fruits verds no són atacats, però la sensibilitat es va incrementant des de l'inici del canvi de color fins a la plena maduració, que és quan són més susceptibles.

Es passen pel fruit, fins a trobar un lloc adequat per realitzar la posta, traslladant-se a un de nou fins a acabar amb la posta, que sol ser de 300 a 400 ous en total. També poden fer-ho sobre fruits del sòl.

Quan les temperatures són favorables els ous oclacionen i neixen les larves en dos dies aproximadament, que profunditzen en el fruit per alimentar-se de la polpa. La vida de la larva és de 6 a 11 dies. Un cop adquirit el seu desenvolupament i un cop caigut el fruit al terra surten i es deixen caure al sòl on penetren a una profunditat d'uns 2 cm on es transformen en pupa que donarà lloc a uns nous adults uns 10 o 15 dies més tard.

La segona generació de mosques és més abundant que la primera, repetint el cicle fins a arribar a la parada hivernal que passa en estat de pupa sota terra.

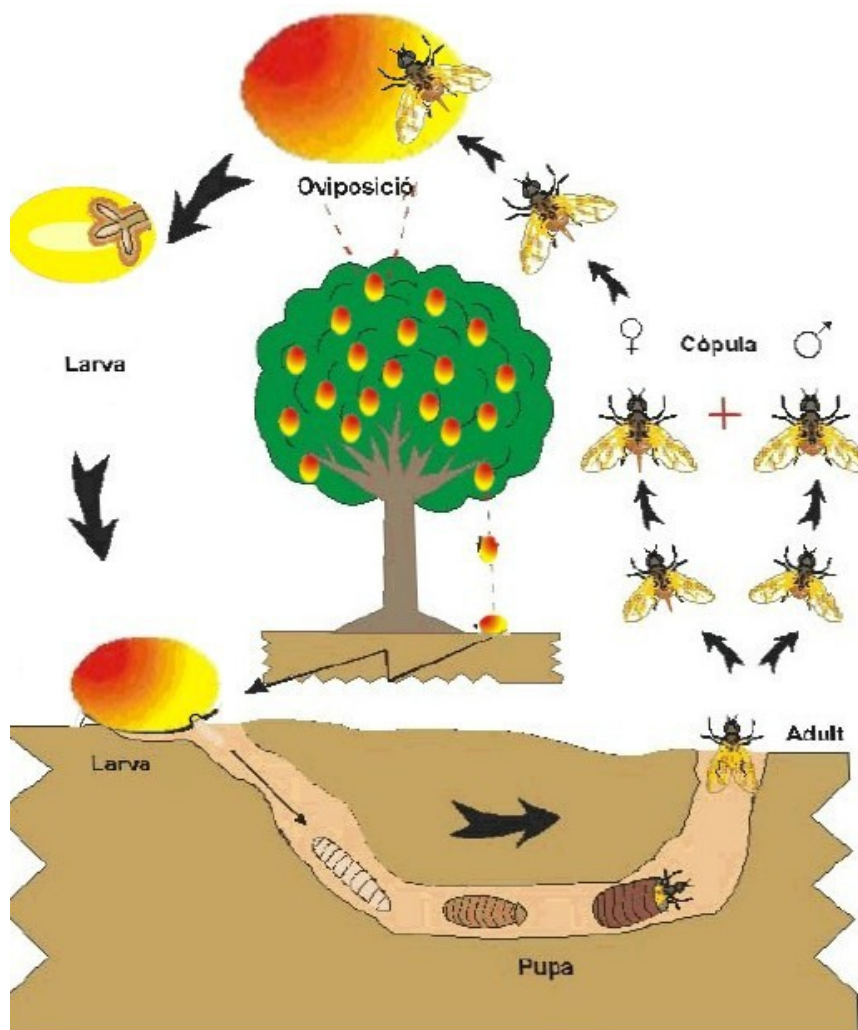


Figura 8. Dibuix representatiu del cicle biològic de *Ceratitis capitata* (Figura extreta de <http://www.frutasyhortalizas.com.co>)

2.4 Estratègies de defensa

2.4.1 Mètodes de defensa química

El control químic sobre *C. capitata* es realitza mitjançant insecticides organofosforats, principalment el malation o triclorfó acompanyats ocasionalment per un esquer proteic.

Els tractaments es realitzen quan la fruita comença a estar receptiva i són de dos tipus: tractaments terrestres i tractaments aeris.

Són diversos els aspectes negatius de l'aplicació de malation, per un costat degut al seu ampli espectre d'acció (inhalació, contacte i ingestió) la probabilitat d'afectar a la fauna útil és més gran que amb altres productes més específics.

Un altre efecte derivat de l'aplicació d'insecticides organofosforats, com el malation, és l'aparició de resistències per part dels insectes que formen la plaga, com a conseqüències de l'aplicació continuada del producte.

Recents investigacions demostren aquestes resistències de l'ordre de 100x de la DL50 en el cas de *C. capitata* per malation (Ortego et al., 2005).

A part cal destacar que la utilització no controlada de plaguicides provoca problemes de contaminació del medi ambient i presència de residus tòxics en els cultius tractats. Els residus a la fruita són un problema per la salut i poden provocar el rebuig d'una partida si hi és detectada un contingut de residus LMR superiors als establerts pels organismes competents, amb les evidents pèrdues econòmiques que representa.

2.4.1.1 Atracció i mort

Aquest mètode de control es basa en l'ús d'algun tipus d'atraient en combinació d'algun agent que elimini l'insecte de la població (Jones, 1998b).

Existeixen diversos mètodes en els que s'utilitza aquesta estratègia:

Polvoritzacions esquers:

S'utilitza una combinació de proteïna hidrolitzada (Nu-Lure o Buminal) com atraient alimentari combinada amb un insecticida, generalment convencional organofosforat, entre els que destaca el Malation (Roessler, 1989).

Les polvoritzacions esquer es poden utilitzar de forma localitzada quant només es tracta la parcel·la que interessa defensar. El mètode d'aplicació és la polvorització de 1 m² de la part asolejada de l'arbre (orientació sud), on es suposa que els adults tenen preferència per situar-

se i per alimentar-se. Quant els adults s'alimenten de les gotes de proteïna polvoritzades, moren com a conseqüència de l'acció de l'insecticida.

Es tracta d'un sistema no selectiu ja que la proteïna utilitzada pot ser una font d'aliment d'altres insectes, entre ells possibles enemics naturals de la *C. capitata* o d'altres plagues.

El mètode resulta efectiu a curt termini sempre que no hi hagi una continua reintroducció de la plaga des de llocs veïns. Tot i això, actualment, el nombre d'aplicacions necessari per la defensa total d'una producció és excessiu, ja que oscil·la al voltant d'un tractament cada 15 dies o inclòs setmanalment quan el fruit està a punt de madurar.

Alguns autors han qüestionat l'efectivitat de les polvoritzacions esmer utilitzades, ja que els adults, sobretot femelles, prefereixen alimentar-se de fonts naturals d'aliment, com excrements d'aus, abans que la proteïna hidrolitzada (Prokopy et al. 1992).

Actualment aquest tipus de tractaments es combinen amb la utilització de trampes com a sistema d'alarma i seguiment de la població, dins d'una estratègia de control integrat (Cabitza et al., 1994).

2.4.1.1.1 Aniquilació d'adults amb atraients localitzats

Algunes paraferomones constitueixen atraients alimentaris per a espècies de Tefrítids d'importància econòmica. En combinar-les amb un insecticida s'aconsegueix eliminar gran part de la població, de manera que mitjançant la implantació d'aquest tipus d'estratègies s'han aconseguit controls exitosos a nivell extensiu a Austràlia i Califòrnia ja que els materials utilitzats són barats permetent la col·locació d'un gran nombre d'estacions esmer.

En el cas de *C. capitata* i d'altres espècies del gènere *Anastrepha* s'utilitzen trossos de corda impregnades de proteïna hidrolitzada més insecticida, de manera que els adults moren en alimentar-se de l'esmer. (Orozco et al., 1994).

2.4.2 Sistemes alternatius a la defensa química

L'impacte dels plaguicides sobre l'agricultura suposa un important cost econòmic i mediambiental, no tan sols perquè poden produir residus a la fruita, si no també pels desequilibris que produeixen a la fauna útil (depredadors, parasitoides, etc...) i per la generació de resistències en els insectes de la plaga. Es crea per tant una creixent necessitat d'anar substituint els plaguicides per altres estratègies de control. D'aquí el compromís de tots els sectors per anar evolucionant cap a sistemes de lluita més respectuosos amb el medi ambient, la salut i amb una eficàcia que permeti mantenir els nivells de plaga per sota els llindars de tolerància.

Per altra banda, actualment la revisió del registre de productes fitosanitaris a nivell de la UE segons la directiva 91/414/CEE està creant una progressiva reducció dels mitjans disponibles per combatre les plagues i malalties dels cultius portant a importants problemes fitosanitaris, pel que es fa més necessària la recerca i el desenvolupament de nous mètodes de control alternatius i eficaços.

El control de la mosca de la fruita és un dels més afectats per la directiva 91/414/CEE ja que la desaparició del Fentión ha deixat un buit que no acaba d'omplir-se amb altres mitjans de control químic. El sector està buscant solucions alternatives en matèries actives com el Lambda Cihalotrín, Malatión, Triclorfón i Fosmet, però unes per la seva alta volatilitat i escassa persistència, altres pel seu elevat plaç de seguretat, no aconsegueixen omplir el buit deixat pel Fentión.

Actualment, els tipus de control de *C. capitata* engloben bàsicament mètodes culturals, mètodes d'atracció i aniquilació en adults, i mètodes biològics.

2.4.2.1 Mesures agronòmiques acompanyants

És pràcticament impossible arribar a un control total de la plaga amb mitjans únicament culturals degut a l'alt potencial d'aquesta. Tot i això existeixen una sèrie de pràctiques que permeten dificultar l'establiment i reinfecció continua als cultius.

La pràctica més important és la destrucció dels fruits infectats o sospitosos d'estar-ho (Hendrichs y Prokopy, 1994).

La destrucció pot ser mecànica si es disposa d'una trituradora, mitjançant una incineradora o tèrmicament si es deixa la fruita a l'interior de bosses de color negre exposades al sol.

És imprescindible no deixar restes de la collita a l'arbre.

L'embossament de fruita és una pràctica comuna que aconsegueix excel·lents resultats i que s'utilitza sobretot en préssecs molt tardans i d'alt valor econòmic i en finques de reduïdes dimensions degut l'alt preu que la mà d'obra representa.

2.4.2.2 Control Biològic

2.4.2.2.1 Parasitoides

Des d'inici de segle la recerca de parasitoides capaços de controlar a *C. capitata* va ser molt intensa (Headrick y Goeden, 1996), tot i això, la majoria de les introduccions d'aquests enemics naturals van donar escassos resultats (Wharton y Gilstrab, 1983). La tendència actual es la d'utilitzar parasitoides des d'una estratègia que potenciï la seva presència en el medi i a més a nivell extensiu, assegurant així la presència de l'agent controlador al camp (Sivinsky, 1996).

Dues de les espècies que han donat més bons resultats, combinant-los juntament amb mascles estèrils, són *Pachycrepoides vindemiae* Rondani y *Diachasmimorpha longicaudata* Ash.

En llocs on hi ha un complex parasitari ben establert, l'ús d'insecticides a gran escala pot tenir un efecte negatiu sobre l'efectivitat dels parasitoides (Prucell et al., 1994), mentre que la utilització de mascles estèrils és completament compatible amb els enemics naturals (Vargas et al., 1994).

Tot i que se segueix investigant sobre parasitoides potencials de *C. capitata*, el desenvolupament de programes d'alliberament massiu de parasitoides per altres Tefrítidos

com *Bactrocera oleae*, han demostrat que ni taxes del 90% de parasitisme són capaces de controlar aquest dípter (Manikas y Tsiroyannis, 1981).

2.4.2.2.2 Entomopatògens

Actualment es coneixen alguns organismes (fongs, bacteries, virus i nemàtodes) capaços d'infectar les larves, adults i pupes de *C. capitata*, el caràcter generalista de molts d'ells no suposa un control considerable de la població del dípter (Plus i Cavalloro, 1983).

2.4.2.3 Lluita Autocida.

Als darrers 20 anys han estat desenvolupats diferents programes d'eradicació de *C. capitata* mitjançant l'ús de la tècnica d'Insectes Estèrils.

Aquest mètode (Knipling, 1955) es basa en la reducció del potencial biòtic d'una espècie o plaga, mitjançant la competència sexual que s'estableix entre una gran quantitat d'insectes estèrils alliberats i la població natural de l'insecte. L'ús d'aquesta tècnica es sol plantejar des d'una estratègia a nivell extensiu, incloent països sencers, o zones extenses amb una gran importància agrícola.

S'han desenvolupat amb èxit diversos programes de lluita Autocida amb mascles estèrils de *C. capitata* a països com Mèxic, Xile, Estats Units, Argentina, Austràlia (Gilmore, 1989; Klassen et al., 1994).

La tendència actual es centra no tan sols en eradicar la plaga de grans àrees, si no a mantenir sota control el potencial biòtic de l'insecte, mitjançant alliberaments massius periòdics d'insectes estèrils i utilitzar-los d'aquesta manera com un "insecticida" biològic en les produccions comercials (Hendrichs et al., 1995).

El principal inconvenient dels mascles estèrils és que requereixen una forta inversió, almenys inicialment, tot i això existeixen estudis econòmics que demostren que aquesta inversió es compensa en pocs anys, en declarar-se la zona lliure de mosca i tenir per tant una major accessibilitat als mercats amb unes normes de quarantena estrictes (Enkerlin y Mumford, 1997). Una altra problemàtica que encara no s'ha resolt amb aquesta tècnica, és que les femelles tot i no tenir els ous fèrtils els dipositen a la fruita, causant possibles danys indirectes en la producció. Tot i això un programa d'eradicació a llarg termini no presenta un problema.

2.4.2.4 Captura Massiva

La captura massiva consisteix en la utilització de trampes amb esquers amb l'objectiu de capturar el màxim nombre d'individus de la plaga en qüestió, aconseguint així una reducció dels nivells poblacionals.

A través d'aquestes reduccions de població, realitzades durant la campanya, es poden evitar l'ús de productes fitosanitaris, si els nivells de la plaga es mantenen baixos, o bé reduir el nombre d'aplicacions necessàries.

La captura massiva de *C. capitata* es va iniciar a la primera meitat del segle XX utilitzant ampolles de vidre anomenades mosquers McPhail amb esquers de proteïnes o substàncies ensucrades en fermentació (McPhail ; Newell, 1936).

Actualment les trampes i atraients utilitzats tant per la captura massiva com per realitzar el seguiment de la població d'insectes han evolucionat notablement. Després de l'aparició de mosquers de plàstic de tipus McPhail i Tephritrap, han aparegut al mercat una gran varietat de models de diferents mides i formes. En aquest models (Multilure, Probodelt, Epatrap, Mosquitrap, Easy-trap, Eos-trap, etc...) es pretén augmentar l'eficàcia de la captura massiva aconseguint que les mosques capturades romanguin a l'interior del mosquer el suficient temps perquè l'insecticida actuï, evitant que les mosques puguin escapar.

Pel que fa als atraients, aquests han evolucionat des de les proteïnes o substàncies ensucrades utilitzades inicialment amb el mosquer de vidre McPhail, fins a atraients més eficaços i manejables com el Biolure. Aquest últim consisteix en una mescla d'acetat amònic, clorohidrat de trimetilamina i putrescina (Heat et al., 1997), cada un d'aquests components està impregnat sobre un material cel·lulós.

Des de fa anys es coneixen nombrosos treballs en els que s'estudia l'efectivitat de diferents tipus de trapes (Steiner, 1957, Harris et al., 1971, Nagakawa et al., 1975; Katsoyannos, 1983). Tot i això als últims anys s'ha fet un major esforç per desenvolupar els sistemes de captura principalment de femelles, degut a que el seu control permet reduir el potencial biòtic de la plaga i també per la necessitat d'avaluar la seva fertilitat en les poblacions naturals d'aquelles zones on s'ha implantat un programa de lluita amb mascles estèrils (Katsoyannos, 1994; Epsky et al., 1999; IAEA, 1999, Katsoyannos et al., 1999).

A les zones a on la plaga no està establerta, però on hi existeix un perill d'invasió s'estableixen extenses xarxes de trapes amb el fi de detectar i localitzar el més aviat possible els focus inicials de la infestació. Aquests tipus de xarxes han estat àmpliament utilitzades a països com els Estats Units, on anualment suposen una important inversió.

Recentment degut als nombrosos focus d'infestació que s'han localitzat a Califòrnia, la capacitat de detecció d'aquest tipus de xarxes s'ha posat en dubte (Carey, 1996b; Katsoyannos et al. 1998), demostrant la necessitat d'una continua revisió dels sistemes establerts com a òptims.



Figura 9. Una de les trapes de captura massiva d'un camp de nectarines.

2.5 Marc legal que defineix la lluita obligatòria

L'any 2005 s'estableix a Girona un projecte de lluita obligatòria contra la mosca mediterrània de la fruita *Ceratitis capitata* Wiedemann emmarcat dins els següents decrets de llei:

Rial Decret 461/2004, de 18 de març, pel qual s'estableix el Programa nacional de Control de la mosca mediterrània de la fruita i es qualifica d'utilitat pública la prevenció i lluita contra aquesta plaga.

ARP/295/2004, per la qual es declara l'existència oficial de la plaga mosca mediterrània de la fruita, *Ceratitis capitata* Wiedemann, i s'estableixen mesures obligatòries de lluita.

ARP/2321/2005, de 21 de juliol, per la qual es determinen les zones on s'adoptaran l'any 2005 les mesures obligatòries de lluita contra la mosca mediterrània de la fruita, *Ceratitis capitata* Wiedemann.

El Servei de Sanitat Vegetal inicia una campanya subvencionada pel DAR i el MAPA a través de les ADVs pel seguiment de la qual s'estableix un conveni amb la fundació Mas Badia on s'estableix el punt de control de les plantacions de fruiters de pinyol de les comarques de l'Alt i el Baix Empordà.

2.6 Mètodes GIS aplicats al control de plagues

2.6.1 Introducció GIS

L'agricultura sempre ha adoptat noves tecnologies, principalment un cop aquestes esdevenen econòmiques. Sistemes mecànics més grans i motors més potents han portat equips agrícoles més poderosos i eficaços. En el maneig de plagues, el desenvolupament de varietats resistents,

pesticides selectius, i varietats de cultius transgènics han estat adaptats en molts casos ràpidament a la producció agrícola comercial.

Darrerament s'ha produït una reducció de costos associada a un increment en la funcionalitat i potència a la indústria de la informàtica, el poder de computació en els sistemes informàtics personals és extraordinari si es compara amb els de fa 20 anys.

Aquest augment en la disponibilitat i l'economia en poder de computació ha fet possible utilitzar programes a ordinadors personals que abans tan sols realitzaven computadores molt grans, eines que poden ser utilitzades en producció agrícola.

Eines digitals com els Sistemes d'Informació Geogràfica (GIS) i els Sistemes de Posicionament Global (GPS) permeten fer mapes molt precisos d'àrees agrícoles. Aquestes tecnologies combinades amb mapes de sols o monitoreig dels rendiments entre d'altres han arribat a mètodes de producció anomenats "Agricultura de precisió".

La base de l'Agricultura de Precisió és l'aplicació dels agroquímics tan sols en el punt on són realment necessaris.

El focus del Maneig Integrat de Plagues (MIP) és aplicar pesticides tan sols quan i a on és necessari. Utilitzant aquestes tecnologies en el MIP, es pot desenvolupar un Maneig Integral de Plagues de Precisió, aplicant els plaguicides només on i quan siguin necessaris.

2.6.2 Sistemes d'Informació Geogràfica (GIS)

Els Sistemes d'Informació Geogràfica són essencialment bases de dades relacionades.

Les relacions s'estableixen entre els diferents components de la base de dades i les seves ubicacions, ja siguin coordenades reals (per exemple, UTM, longitud/latitud, o sobre quadricula com les coordenades X,Y. Els GIS combinen l'elaboració digital de mapes, funcions de bases de dades, i anàlisis especials. Bàsicament, els GIS són programes per computadores que poden unir, guardar, manipular, i mostrar informació de referència geogràfica.

La diferència entre un GIS i un programa d'una base de dades estàndard és l'habilitat que té el GIS per conduir anàlisis espacials de les dades.

2.6.3 Sistema de Posicionament Global (GPS)

GPS és un sistema mundial de radionavegació basat en satèl·lits, desenvolupat pel Departament de Defensa dels EEUU.

El sistema compte amb una xarxa de 24 satèl·lits construïts per la Corporació Rockwell anomenats NavStar, 21 en actiu i 3 de suport, els quals orbiten a la terra a una altitud de 17.700 quilòmetres.

El sistema va ser dissenyat per a ús militar per tal de localitzar fonts tant amistoses com enemigues, pot funcionar sota interferències i intents de bloqueig i la seva altitud extrema assegura la recepció del senyal, de diferents d'ells alhora, des de qualsevol part de la superfície de la terra.

La base del sistema és la triangulació de senyals de satèl·lit; un receptor o unitat GPS mesura la distància des d'un satèl·lit utilitzant el temps que tarda una senyal de ràdio enviada des del satèl·lit en arribar a la unitat GPS. El disseny del sistema permet el coneixement de la localització dels satèl·lits a l'espai i com a part del senyal, rellotges atòmics d'alta precisió a bord dels satèl·lits transmeten un codi de temps. Els receptors GPS també compten amb un rellotge amb autocorrecció sincronitzat amb el dels satèl·lits, i compara el temps codificat a la senyal amb el del seu propi rellotge i la diferència és el retard del senyal. Aquesta mesura de temps permet calcular la distància amb el satèl·lit. Teòricament amb senyals de dos satèl·lits de posició coneguda a l'espai, podem trobar la nostra localització sobre la terra per mitjà d'una triangulació.

2.6.4 Utilització de GIS i GPS al monitoreig de plagues

L'estudi i el monitoreig de les poblacions de plagues i la presa de decisions en base a l'estimació de les poblacions és una de les bases del MIP. L'habilitat de fer mapes correctes i precisos de les densitats i ubicacions de les poblacions de la plaga tenen avantatges obvis, especialment en el moment de la presa de decisions i aplicació de les tàctiques de control.

Els programes de monitoreig actualment permeten construir digitalment mapes dels llocs on s'agafen les mostres obtenint capes de GIS que es poden utilitzar per interpolar les poblacions de les plagues a l'àrea mostrejada.

Típicament els mostrejos han estat fets a nivell de camp però és possible que aquests no reflecteixin de manera correcta les forces que hi ha darrera d'una explosió de població de plagues ja que les poblacions tendeixen a funcionar a escales molt més grans i la immigració des de les fonts de població poden impactar en gran mesura a les poblacions de plagues en un camp.

Sèries temporals de capes de mapes GIS de la mateixa àrea, on cada capa representa el mateix tipus de dades d'un diferent període de mostreig, poden mostrar no tan sols els canvis en les poblacions de plagues si no que quan es combinen amb el coneixement biològic i ecològic d'una plaga, indiquen si es tracta d'un moviment o d'una resposta productiva.

3 Objectius

Els objectius principals d'aquest estudi son:

- 1) Estudiar la dinàmica poblacional de *Ceratitis capitata* en el cultiu del presseguer de l'Alt i Baix Empordà.
- 2) Determinar la incidència de la plaga a les diferents zones monitoritzades.
- 3) Determinar l'eficàcia del control de *Ceratitis capitata* mitjançant captura massiva realitzat durant les campanyes 2005-2006.

4 Material i mètodes

4.1 Parcel·les

4.1.1 Inventari de les parcel·les

Un dels primers passos va consistir en fer un inventari del prop de 250 finques de l'Alt i el Baix Empordà que participaven a la campanya, la major part de les dades van ser facilitades per les empreses i entitats participants, informació que es va uniformitzar en una taula.

La informació que es requeria havia de permetre primer de tot localitzar les finques i no menys important tenir tots els detalls possibles com les varietats, productor, dates teòriques de recol·lecció, municipi, nom de la finca (taula 2.)

Taula 2. Exemple de la taula de les dades que conté la informació de la finca número 1

Nº Finca	1
Municipi	Ultramort
Localització	Pol:2 Par:22 Rec:2 Ús:FY
Nom de la finca	Entrada
Espècie	Nectarina
Varietat	BIG TOP®
Productor¹	-----
Empresa²	-----
Data teòrica de recol·lecció	28/6

¹⁻² S'ha preferit mantenir la privacitat de la informació dels Productors i Empreses.

4.1.2 Mapes de parcel·les

Un cop es van tenir les dades de totes les finques es van localitzar utilitzant el visor Siggpac que és un sistema d'informació geogràfica dedicat principalment al control de les ajudes de la PAC, que permet la localització de les finques partint de la informació que es tenia (polígon, parcel·la, recinte).

Un cop es van tenir les coordenades de cada finca es van localitzar als ortofotomapes del programa ArcView, creant una capa amb en número de finca i el polígon dibuixat.



Figura 10. Un exemple poc detallat d'un ortofotomapa amb la localització de les parcel·les de Torroella de Fluvià (a l'esquerra) i Vilamacolum (a la dreta). (Imatge generada amb Arc View)

4.1.3 Arc View

ArcView és un programa de gran potència i fàcil utilització capaç de visualitzar, explorar, consultar i analitzar dades espacials. Ha estat realitzat per l'empresa americana ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.) amb base a Califòrnia, la mateixa gent que va fabricar l'ARC-INFO, un dels sistemes d'informació geogràfica més emprats arreu del món, i amb el qual l'ArcView és perfectament compatible. Pot treballar en diversos entorns operatius com ara Microsoft Windows, Apple Macintosh o UNIX, cosa que li confereix una gran versatilitat.

El SIG ArcView pot ser emprat per qualsevol que desitgi treballar amb dades espacials. Una característica clau és la facilitat en la introducció de les dades tabulars, com per exemple fitxers tipus dBASE i d'altres procedents de servidors de bases de dades, associades a elements vectorials que es visualitzen.

A continuació s'exposa una relació de les tasques clau que es poden dur a terme:

- Visualitzar dades ARC/INFO, ArcStorm i ArcCAD.
- Visualitzar fitxers d'AUTOCAD i convertir-los a fitxers de formes per a la seva manipulació.
- Visualitzar dades tabulars en una vista
- Importar dades tabulars i afegir-les a les existents per tal de visualitzar-les geogràficament.
- Utilitzar SQL per tal de recuperar registres d'una base de dades i visualitzar-les.
- Localitzar atributs de qualsevol element geogràfic.
- Classificar els elements amb diferents símbols d'acord als seus atributs.
- Seleccionar elements a partir dels seus atributs.
- Seleccionar elements en base a la seva proximitat a altres elements.
- Trobar localitzacions en certs elements coincidents.
- Resumir i generar estadístiques basades en els atributs dels elements geogràfics.
- Crear gràfics.
- Confeccionar mapes i imprimir-los
- Explorar mapes, vistes, gràfics o taules, per al seu ús en altres aplicacions.

A l'ArcView es treballa amb vistes, taules, gràfics mapes i guions, tots ells emmagatzemats en un fitxer anomenat projecte. Es treballa en un sol projecte a la vegada, que permet agrupar tots els components necessaris per completar una tasca o aplicació.

La finestra ArcView és la finestra en la qual aquest s'executa, i serveix de marc per a totes les operacions. Quan es crea un nou projecte o s'obre un d'existent la finestra de projecte apareix dins de la ArcView, contenint una llista amb tots els components del projecte i permetent la seva manipulació. Quan un d'aquests components és obert, queda visualitzat dins la seva pròpia finestra. Es pot tenir qualsevol número de finestres obertes, però només una activa al mateix temps. Aquesta finestra activa és amb la que es treballa en cada moment, i l'interfase del programa variarà segons la classe a la qual pertanyi.

Existeixen tres menes de controls: menús, botons i eines. La barra de menús apareix en la part superior, i els seus menús es despleguen per a ésser emprats amb ratolí o amb teclat. La barra de botons immediatament a sota de l'anterior proporciona un accés més ràpid a diverses operacions com zooms, peticions d'ajuda, operacions amb fitxers, visualització de la taula associada al tema actiu, etc. Mentre que les eines de l'última barra són conceptualment diferents: escollint-ne una el cursor canvia per tal de reflectir l'eina, que s'aplica "cliquejant" sobre una zona de la finestra activa, per exemple per a seleccionar un element i demanar-ne informació.

Una vista és un mapa interactiu que permet visualitzar, explorar, consultar i analitzar les dades geogràfiques, i es constitueix per tant en la finestra més emprada. Una vista és una col·lecció de temes. Un tema representa un grup diferenciat d'elements geogràfics amb una determinada font de dades. Per exemple una vista representant un país, pot tenir un tema que representi les principals ciutats (tema de punts), un altre que representi les carreteres o els rius (tema de polilínies), un altre les divisions territorials (tema poligonal), etc.. o també pot ser una imatge digital qualsevol.

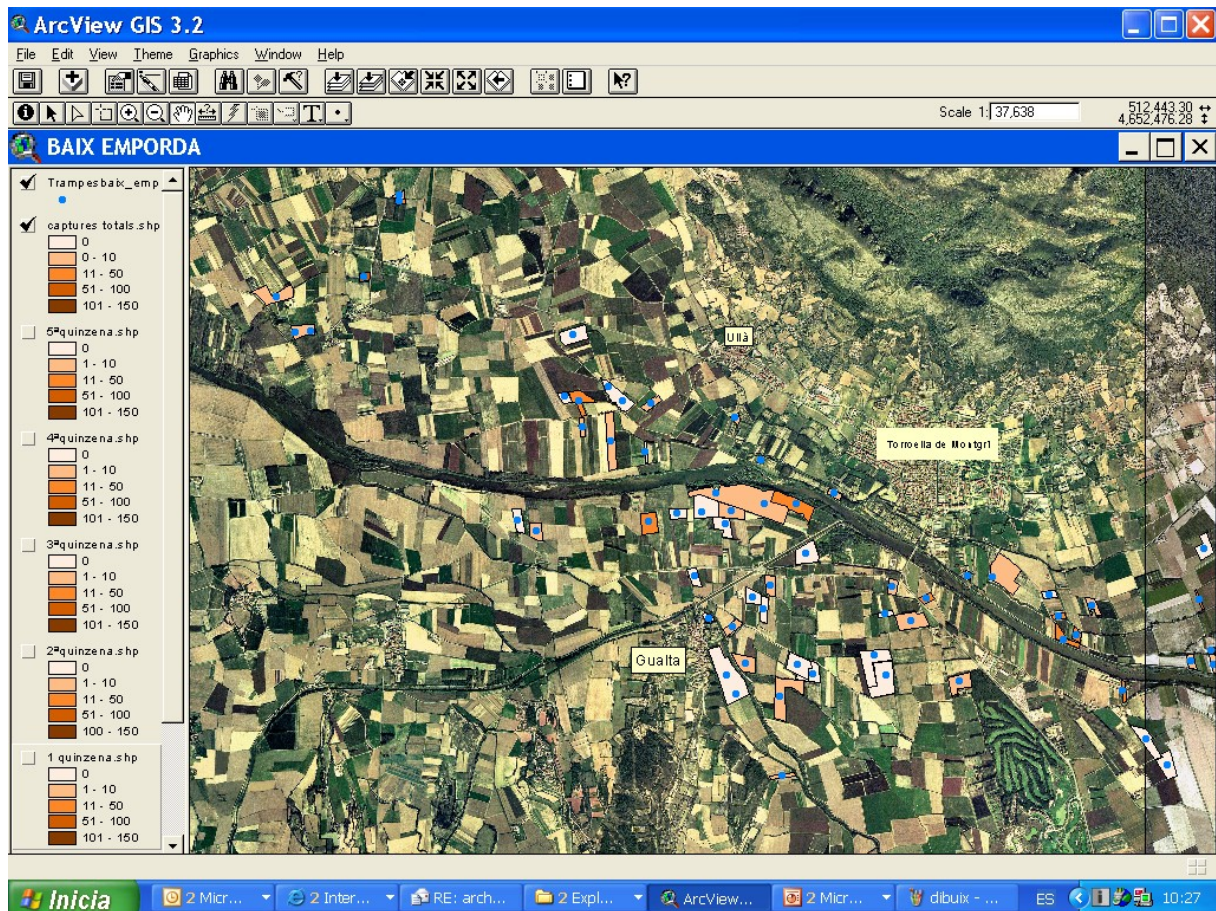


Figura 11. Es pot observar la finestra principal del programa ArcView mentre es visualitza un ortofotomapa de la zona de Torroella de Montgrí on s'han sobreposat les parcel·les de l'estudi amb un degradat de colors en funció del nombre de captures totals de la campanya 2005.

4.2 Material utilitzat

4.2.1 Tipus de mosquers i esquers

Cal diferenciar en aquest cas les trapes del seguiment de les captures, que consistien en una per parcel·la a les de captura massiva amb una quantitat de 50 per Ha. ja que l'esquer en els dos casos era diferent.

En el cas de les trampes de monitoreig:

Mosquer: Probodelt®

Esquer: Try -Pack®

Pel que fa les trampes de captura massiva:

Mosquer; Probodelt®

Esquer; SEDQ (amb DDVP)

Els mosquers **Probodelt** són de plàstic format per dues peces, una de inferior de color groc ataronjat ni al superior o tapa, transparent. A la part inferior hi ha 4 orificis, un a la base, en forma de con invertit o embut i tres a la part alta de les parets, en els que s'insereix un tub petit de plàstic transparent cap a l'interior, per dificultar la fuga dels adults de *Ceratitis* una vegada dins la trampa, mentre són afectats per l'acció de l'insecticida.

Els esquers són una combinació d'atraients i insecticida que s'insereixen a l'interior dels mosquers.

Els esquers anomenats Try-Pack utilitzen com a atraients, Acetat amònic, Putrecina i Trimetilamina i com a insecticida Diclorvos. Els esquers estan compostats per difusors formulats cada un dins de diferents suports que assegurin una velocitat controlada d'emissió de gasos atraients. Els esquers atrauen tant els mascles com les femelles de *Ceratitis*. Es disposen dins la trampa i opcionalment es poden enganxar a les paret ja que duen una tira engomada al revers. L'insecticida, està impregnat en una tira de cautxú que s'insereix dins el mosquer. La duració estimada dels esquers i de l'insecticida és de 45 dies.

Els esquers anomenats SEDQ contenen com a atraients, Acetat amònic, Diaminoalcà i Trimetilamina. Com a insecticida DDVP. Els esquers estan compostats per difusors formulats cada un en un dispositiu que conté la substància activa absorbida en un material de suport que permet l'emissió de vapors del producte a velocitat controlada. Les condicions ambientals (temperatura i ventilació) són les úniques que afecten a la velocitat d'emissió dels atraients.

Aquests esquers atreuen tant a mascles com a femelles de *Ceratitis*. S'insereixen dins la trampa. La duració estimada dels atraients és de 100 dies.



Figura 12. a) Mosquer Probodelt® penjat i detall interior i de col·locació dels atraients; b) atraients SEDQ® 1: Acetat amònic, 2: Diaminoalcà, 3: Trimetilamina i 4: insecticida DDVP.

4.3 Distribució dels mosquers al camp

Totes les finques adherides a la campanya tenien una trampa de monitoreig independent a les de captura massiva instal·lada i controlada per personal de seguiment de la campanya de lluita obligatòria des de Mas Badia, a les finques més grans s'instal·lava més d'una trampa per tal de tenir una millor estimació de les poblacions de la plaga.

Els mosquers de captura massiva eren instal·lats pels responsables de les finques amb una dosi de 50 mosquers per hectàrea repartits de forma homogènia a una altura aproximada d'un metre i mig en orientació sud-est.

La instal·lació es va fer de l'1 al 8 de juliol a càrrec dels responsables de les finques.

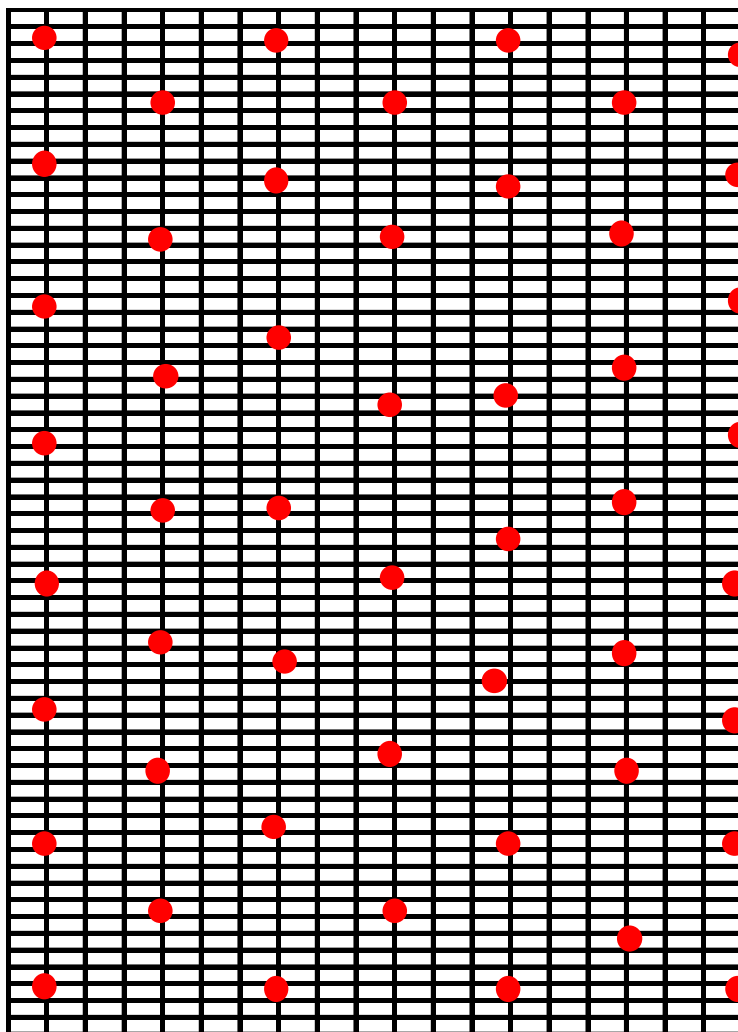


Figura 13. Esquema d'instal·lació homogènia de les trapes de captura massiva en una parcel·la. Els punts vermells representen les trapes i les interseccions de les rectes els arbres fruiters.

4.4 Seguiment poblacional

4.4.1 Instal·lació de les trapes de monitoreig

En el cas de les trapes de monitoreig la instal·lació es va fer el dia 1 de juny a través de personal de Mas Badia.

4.4.2 Tipus de seguiment

Primer de tot, partint de les dades de totes les finques associades a la campanya es va procedir a la identificació i localització d'aquestes, amb l'ajut del programa de GIS Arcview es van dibuixar els punts sobre ortofotomapes de les finques localitzades on s'instal·larien les trampes de monitoreig.

Es van diferenciar dues zones principals Alt i Baix Empordà i subzones dins d'aquestes per facilitar la feina de localització i presa de dades de les trampes.

Un cop instal·lades les trampes de monitoreig dues persones es van encarregar de fer les lectures de cada una d'elles de forma quinzenal, recollint les dades i introduint-les periòdicament al programa Arc View per poder tenir una evolució visual de l'estat de la plaga.

Cada setmana s'enviava a les entitats associades a la campanya un informe detallat de les captures.

Van participar a les campanyes les següents entitats:

ADV Cooperativa Girona Fruits

ADV Fluvià

ADV Fructícola Empordà

ADV Fructicultors de Girona

ADV Productors independents de fruita dolça

ADV Costa Brava Fructicultors

4.5 Tractament estadístic de les dades

Per tal de poder fer un anàlisi estadístic de les dades es va procedir a introduir totes les dades de les campanyes en una matriu de la qual es presenta un exemple per la trampa número (Taula 3.)

Taula 3. Exemple de la matriu per la trampa numero 1

Nº TRAMPA	Any	Comarca	MUNICIPI	Zona	FINCA	PRODUCTOR ¹	EMPRESA ²	Captures	Quinzena	Dist. zones humides (m)
1	2005	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	0	1	303
1	2005	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	1	2	303
1	2005	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	0	3	303
1	2005	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	0	4	303
1	2005	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	8	5	303
1	2006	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	2	1	303
1	2006	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	12	2	303
1	2006	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	4	3	303
1	2006	Baix Empordà	ULTRAMORT	Tallada	ENTRADA	---	---	2	4	303

¹⁻² S'ha preferit mantenir la privacitat de la informació dels Productors i Empreses.

Els anàlisis estadístics es van fer amb el programa SPSS versió 15.

Amb aquest programa es van calcular les captures mitjanes de cada any separant per municipi i es va obtenir un gràfic de barres per cada any.

Es van calcular correlacions per veure si existia una relació entre el número total de captures de cada trampa (la variable) i el pas del temps - quinzena (factor). També es feren gràfiques de barra per visualitzar aquests resultats.

Les dades de la variable (número de captures) no són normals, per aquest motiu es va utilitzar la correlació de Spearman, ρ (rho), que és una prova no paramètrica que mesura l'associació o interdependència entre dues variables discretes enlloc de la de Pearson (utilitzada quan les dades segueixen una distribució normal).

També es van utilitzar correlacions de Spearman entre el número de captures totals per trampa i la distància d'aquesta amb una massa d'aigua. Tot i que la "distància" és una variable normal el fet que el "número de captures" no ho sigui es va tornar a optar realitzar també les correlacions de Spearman.

Es van preferir les gràfiques de barres enlloc de les de les caixes perquè la presència puntual de valors alts (extrems) de captures dificultava la visió correcta de les caixes.

4.6 Controls precollita

Per tal de tenir un coneixement sobre el nivell d'eficàcia del mètode de captura massiva utilitzat a la campanya es va dissenyar un programa de controls precollita.

Els controls precollita es van crear per comprovar que el llistats de danys que s'estaven assolint eren correctes per tal de no necessitar altres mitjans de control com els químics i tenir un coneixement real del funcionament del mètode.

Les finques escollides per fer els controls van ser aquelles que presentaven major nombre de captures en el seguiment quinzenal.

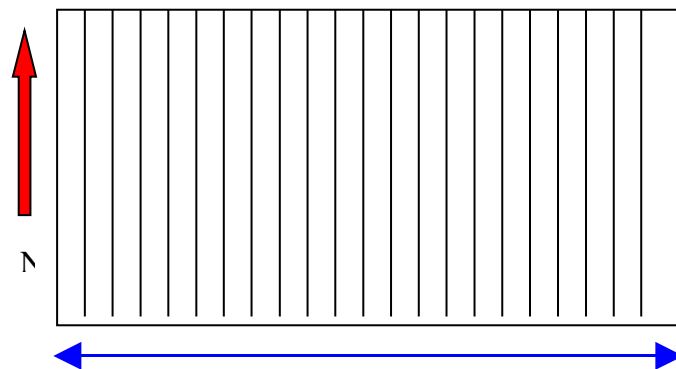
Els controls es realitzaven a camp per dues o tres persones per finca amb l'ajuda d'una plantilla en forma de quadrícula que recreava la finca en qüestió per tal de tenir les dades de forma bidimensional.

A cada finca es miraven totes les trampes de captura massiva anotant el nombre de captures i la seva posició en el camp a la plantilla.

Així mateix s'analitzaven en busca de danys o picades de mosca aproximadament uns 1.000 fruits de l'arbre i uns 1.000 fruits del terra, si era possible, de la forma més representativa possible.

De forma general s'observaven 10 fruits de l'arbre i 10 fruits del terra cada N arbres per tal de facilitar la col·locació especial de les dades a la plantilla.

A continuació es presenta com exemple l'avaluació de la finca Cortal Gran de la varietat O'Henry que es va realitzar el 21/08/06 (Figura 14 i Taules 4, 5, 6.)



26 files

Figura 14. Esquema de la parcel·la del Cortal Gran.

Taula 4. Anotació de l'avaluació dels fruits de l'Arbre (Fruits afectats/Fruits avaluats) En aquest cas al tractar-se d'una finca que ja havia estat recol·lectada i on per tant hi havia pocs fruits a l'arbre.

		ARBRE											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	-	-	-	-	-	-	-	0/2	-	0/2	-	-
	2												
	3	-	-	-	-	0/3	0/2	0/1	0/2	-	-		
	4												
	5	-	0/3	0/4	-	0/2	-	0	0/3	-	0/5		
	6												
	7	-	0/2	0/1	0/3	0/2	-	-	-	-	-		
	8												
	9	0	0	0	0	0	-	0/4	0/2	0/1	-		
	10												
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0/1
	12												
REM	13	-	-	-	-	-	0/2	0	0	0/3	0/2		
	14												
	15	-	-	0/7	-	-	-	-	-	-	-	-	0/5
	16												
	17	0/7	0	0	0/4	0/2	-	0	0/3	0/1	0/5		
	18												
	19	0/3	0	0	0	0	-	0/2	-	-	-		
	20												
	21	0	0	0	0	0/7	0/5	0	0/7	0	-	-	-
	22												
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	24												
	25												

Taula 5. Anotació de l'avaluació dels fruits de terra (Fruits afectats/10 Fruits avaluats)

		ARBRE											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2												
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4												
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6												
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8												
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10												
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12												
REM	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14												
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16												
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18												
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20												
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22												
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24												
	25												
	26												

Taula 6. Anotació de les captures dels mosquers de captura massiva de la parcel·la representats a l'espai.

	ARBRE												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	4	
2													
3													
4		0	1	2	0	1	0	2	1				
5													
6													
7	1	0	1	0	1	2	4	3	3	1			
8													
9													
10	4	2	1	0	0	1	0	0	1	0			
11													
12													
13	0	5	6	1	1	0	3	1	3	1	2	0	0
14													
15													
16													
17	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	1	1	1
18													
19	1	0	1	1	3	4	7	0	2	1	0	1	1
20													
21													
22													
23													
24													
25													

4.7 Dades del seguiment de captures

Les dades del seguiment de les captures s'introdueixen periòdicament dins una base de dades del propi Arcview visualitzable des d'altres programes de més difusió com el Microsoft Excel.

La taula de les captures portava associada al número de trampa un fitxer sobre la descripció completa de cada finca.

Al final de cada campanya es van agrupar les dades per quinzenes per tal de unificar les dades. (Taula 7. i 8.)

Taula 7. Periodificació de les quinzenes de les captures de l'any 2005.

Quinzena	Període
1	27/06/05 - 14/07/05
2	14/07/05 - 28/07/05
3	28/07/05 - 11/08/05
4	11/08/05 - 25/08/05
5	25/08/05 - 8/09/05

Taula 8. Periodificació de les quinzenes de les captures de l'any 2006.

Quinzena	Període
1	29/06/06 - 20/07/06
2	20/07/06 - 03/08/06
3	03/08/06 - 17/08/06
4	17/08/06 - 30/08/06

Algunes finques van ésser anul·lades de l'estudi, això es va fer principalment per dos motius principals, en algun cas degut a que els responsables de la finca no van instal·lar les trampes de captura massiva i en altres que es van detectar que s'havien fet tractaments fitosanitaris contra la mosca de la fruita. El fet de seguir amb aquestes finques sense tenir aquestes condicions diferencials en compte ens hagués creat un problema a l'hora de fer un estudi rigorós i global de les captures.

5 Resultats

5.1 Dades del seguiment de captures

Taula 9. Dades de les captures de l'any 2005 a l'Alt Empordà agrupades per quinzenes.

Nº TRAMPA	1ªQ	2ªQ	3ªQ	4Q	5ªQ
110	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	4
112	0	0	1	1	27
113	0	0	0	0	0
114	0	0	1	0	6
115	0	2	14	19	15
116	0	0	0	0	12
117	0	0	0	0	0
118	0	0	0	0	2
119	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0
121	0	0	0	1	1
122	0	0	0	0	2
123	0	0	0	0	0
124	0	0	0	0	3
125	0	0	3	5	0
126	0	0	3	7	2
127	0	0	0	0	0
128	0	3	0	1	6
129	0	0	0	0	20
130	0	1	1	11	24
131	0	0	0	4	3
132	0	0	2	11	62
133	0	0	0	7	11
134	1	0	0	0	0
135	0	0	0	3	1
136	0	0	0	0	0
137	0	0	0	0	0
138	0	0	0	1	3
139	0	0	4	64	
140	0	0	0	0	3
141	0	0	1	1	0
142	0	0	0	5	anul
143	0	0	2	48	17
144	0	0	0	4	0
145	0	3	0	13	0
146	0	1	0	60	
147	0	0	0	0	2
148	0	0	0	2	0
149	0	0	0	0	0

Taula 9. Continuació

Nº TRAMPA	1ªQ	2ªQ	3ªQ	4Q	5ªQ
150	0	0	0	10	5
151	0	0	2	7	0
152	0	2	12	1	2
153	0	2	1	2	0
154	0	3	0	18	13
155	0	0	1	1	0
156	0	0	1	3	0
157	0	0	0	0	0
158	0	0	0	0	1
159	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0
161	0	0	0	0	2
162	0	0	0	0	1
163	0	0	0	3	1
164	0	0	0	0	0
165	0	1	5	4	32
166	0	0	0	0	0
167	0	0	0	0	57
168	0	0	0	1	3
169	0	0	0	0	anul
170	0	0	0	0	anul
171	0	0	0	0	10
172	0	0	0	7	2
173	0	0	0	0	4
174	0	0	0	0	0
175	0	0	1	0	1
176	0	0	0	0	0
177	0	0	0	0	0
178	0	0	0	0	Anul
179	0	1	3	0	2
180	0	0	2	0	10
181	0	1	0	2	3
182	0	0	4	1	47
183	0	0	1	8	3
184	0	0	0	1	1
185	0	0	0	2	1
186	0	0	0	0	0
187	0	0	0	anul	
188	0	0	0	3	25
189	0	0	0	anul	
190	0	0	0	0	0
191	0	0	0	anul	
192	0	0	0	0	2
193	0	0	0	0	0
194	0	0	0	7	2
195	0	0	0	0	0
196	1	0	0	3	0
197	0	0	1	5	1

Taula 9. Continuació

Nº TRAMPA	1ªQ	2ªQ	3ªQ	4Q	5ªQ
198	0	0	0	0	Anul
199	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	2
201	0	0	0	0	4
202	0	0	0	0	1
203	0	0	0	0	anul
204	0	0	1	2	
205	0	0	0	0	1
206	0	2	0	0	2
207	0	0	0	0	0
208	0	2	2	8	2
209	0	0	0	0	0
210	0	0	0	0	0
211	0	1	0	0	0
212	0	0	0	2	12
213	0	0	0	0	0
214	0	0	0	0	0
215	0	0	0	0	0
216	0	0	0	0	0
217	0	1	0	0	2
218	0	0	0	57	109
219	0	0	0	0	0
220	0	0	0	0	0
221	0	1	0	4	2
222	0	0	0	0	0
223	0	0	0	0	0
224	0	0	0	1	0
225	0	0	0	0	0
226	0	0	0	0	0
227	0	0	0	0	2
228	0	0	0	0	0
229	0	0	0	0	0
230	0	0	0	0	0
232	0	0	0	0	5
233	0	0	2	0	0
234	2	0	2	4	10

Taula 10. Dades de les captures de l'any 2005 al Baix Empordà agrupades per quinzenes.

Nº TRAMPA	1ªQ	2ªQ	3ªQ	4Q	5Q
1	0	1	0	0	8
2	0	0	0	0	73
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	1
7	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	23	215
14	0	0	0	1	15
15	0	0	0	3	0
16	1	1	0	0	0
17	0	0	0	3	
18	0	0	0	2	
19	0	0	0	22	30
20	0	0	1		
21	0	0	6	2	0
22	0	0	1	0	17
23	0	0	1	0	3
24	0	0	1	1	0
25	0	0	anul		
26	0	0	0	0	anul
27	0	0	0	0	0
28	0	0	1	13	15
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
31	0	1	0	0	0
34	0	1	0	3	23
35	0	0	0	0	2
36	0	0	0	0	26
37	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0
39	0	0	1	0	0
40	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	anul
42	0	0	1	12	21
43	1	0	1	4	anul
44	0	0	0	10	32
45	0	0	0	0	anul
46	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0

Taula 10. Continuació

Nº TRAMPA	1ªQ	2ªQ	3ªQ	4Q	5Q
49	0	0	0	3	0
50	0	0	0	0	1
51	0	0	0	0	5
52	1	0	0	0	anul
53	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	26
55	0	0	0	0	3
56	0	3	12	16	14
57	0	0	0	0	14
58	0	0	0	0	21
59	0	0	0	0	anul
60	0	0	0	0	3
63	0	0	0	0	anul
64	0	0	0	0	1
65	0	0	1	1	1
66	0	0	0	0	anul
67	0	0	2	7	7
68	0	0	0	0	1
69	0	0	0	0	0
70	0	0	4	11	
71	1	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0
74	0	4	0	0	36
75	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0
78	0	0	0	3	0
79	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	1
82	0	0	0	anul	
84	0	0	0	1	0
85	0	0	0	1	0
87	0	0	0	0	0
88	0	0	0	anul	
89	0	0	0	anul	
90	0	2	3	12	17
91	0	0	0	0	3
93	0	0	0	0	0
94	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	1
96	0	0	0	0	1
97	0	0	0	0	0
98	0	0	1	0	0
99	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	3

Taula 10. Continuació

Nº TRAMPA	1ªQ	2ªQ	3ªQ	4Q	5Q
102	0	0	0		0
103	0	0	0	0	anul
106	0	0	0	0	0
107	0	0	0	0	0
108	0	0	0	0	1
109	0	1	1	5	0

Taula 11. Dades de les captures de l'any 2006 a l'Alt Empordà agrupades per quinzenes.

Nº TRAMPA	1Q	2Q	3Q	4Q
204	0	2	6	20
205	1	2	1	0
175	3	1	5	0
112	0	1	3	22
113	0	0	1	2
103	8	1	3	7
114	0	0	4	0
104	0	9	33	0
122	0	0	2	7
115	1	0	1	0
155	0	7	34	45
143	0	0	0	15
156	0	1	1	7
145	7	3	5	15
146	15	9	19	78
147	7	2	8	12
148	1	0	0	2
149	5	0	1	4
150	6	1	27	45
151	6	0	0	2
152	1	0	0	0
153	3	0	1	0
154	0	0	0	0
141	16	68	84	78
144	6	12	16	11
195	1	0	0	0
157	0	0	10	33
168	0	0	3	0
116	0	1	0	0
130	0	0	3	0
131	1	1	4	0
176	2	0	0	0
137	1	2	2	1
158	3	0	8	6
105	3	0	0	0
177	1	6	3	0
106	2	0	0	10
159	2	0	8	3

Taula 11. Continuació

Nº TRAMPA	1Q	2Q	3Q	4Q
206	0	0	1	3
127	0	0	0	0
138	1	0	37	47
207	1	0	0	1
123	7	73	13	2
161	0	14	32	112
162	6	3	22	123
163	6	16	12	50
169	2	0	2	4
164	5	6	16	73
170	0	6	9	145
209	1	0	0	0
171	2	1	0	0
117	4	3	2	2
126	0	0	5	19
178	0	2	7	0
129	0	2	1	0
134	0	0	1	1
100	6	1	0	0
179	0	3	9	0
124	0	1	1	3
197	4	0	0	0
172	0	0	0	0
210	0	0	0	0
101	0	2	4	2
180	1	0	4	2
107	3	9	13	15
201	0	5	9	3
202	0	2	6	1
203	0	1	1	6
165	0	0	0	0
132	0	0	0	2
118	0	0	0	0
133	0	0	0	4
119	0	0	0	0
181	0	2	6	0
139	2	1	0	0
211	0	0	0	0
212	0	0	0	0
208	1	0	15	14
198	1	1	3	0
199	2	2	1	0
182	1	0	2	1
183	0	0	2	0
125	1	2	0	1
166	0	0	0	0
184	0	2	0	1
120	2	0	0	3
185	5	7	50	14
186	0	2	7	2
187	1	0	0	0
167	3	11	26	5
102	0	1	4	9
135	1	0	2	39

Taula 11. Continuació

Nº TRAMPA	1Q	2Q	3Q	4Q
142	0	0	1	0
173	5	7	19	81
174	0	0	1	0
188	0	0	0	0
108	0	1	2	0
109	19	2	4	6
190	0	0	0	3
189	2	40	4	5
200	1	1	0	2
191	2	0	0	0
136	0	0	2	1
110	1	3	18	79
121	1	0	3	0
192	2	0	0	0
193	0	0	6	6
196	1	3	1	1
194	0	0	2	0
111	0	0	2	15

Taula 12. Dades de les captures de l'any 2006 al Baix Empordà agrupades per quinzenes.

Nº TRAMPA	1Q	2Q	3Q	4Q
1	0	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	1	0	3
4	0	5	5	32
5	0	1	4	44
6	0	4	0	0
7	0	1	7	12
8	0	0	0	4
9	0	0	9	117
10	0	0	1	
11	0	0	0	3
12	0	0	1	3
13	0	21	62	147
14	0	0	3	0
15	0	2	2	0
16	0	20	204	43
17	0	0	0	0
18	0	3	0	0
19	0	1	0	0
20	0	0	2	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	5	12	7
24	0	14	13	184

Taula 12. Continuació

Nº TRAMPA	1Q	2Q	3Q	4Q
25	0	0	8	47
26	0	3	0	0
27	0	0	5	12
28	0	2	2	0
29	0	3	5	14
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	11	38	17
33	0	0	16	1
34	0	5	19	143
35	0	0	0	0
36	0	0	2	0
37	0	0	2	0
38	0	1	0	0
39	0	0	0	0
40	0	0	1	0
41	0	0	0	0
42	0	2	0	0
43	0	6	0	0
44	0	5	2	0
45	0	14	6	0
47	0	1	4	1
48	0	55	55	202
49	0	55	119	388
50	0	0	1	0
51	0	0	2	64
52	0	0	1	12
53	0	16	3	46
54	0	0	6	13
55	0	0	11	121
56	0	1	0	0
57	0	0	2	3
58	0	0	1	0
59	0	2	2	0
60	0	3	1	0
61	0	9	13	10
62	0	1	7	14
63	0	4	6	22
64	0	0	1	0
65	0	18	77	275
66	0	3	43	51
67	0	4	5	55
68	0	6	9	0
69	0	0	2	0
70	0	0	5	12
71	0	9	3	19
72	0	1	12	25
73	0	0	1	0

Taula 12. Continuació

Nº TRAMPA	1Q	2Q	3Q	4Q
74	0	0	3	0
75	0	7	0	0
76	0	0	0	5
77	0	10	8	25
78	0	0	1	2
79	0	1	0	0
80	0	2	15	32
81	0	10	3	0
82	0	0	0	0
83	0	0	1	0
84	0	0	0	0
85	0	0	1	0
86	0	0	17	2
87	0	12	4	6
88	0	0	4	3
89	0	2	0	36
90	0	2	0	2
91	0	15	1	17
92	0	12	4	2
93	0	1	4	0
94	0	2	21	80
95	0	0	0	0

5.2 Distribució de la població a les parcel·les

Per estudiar els moviments de la plaga es va associar la taula de captures als ortofotomapes de l'Alt i baix Empordà, de manera que cada trampa o cada finca tenia associada la informació de les seves captures, podent treballar per capes, es podia associar una capa, per exemple, a la primera quinzena i fer un degradat de colors en funció d'una escala de captures. Alternant les capes de les quinzenes, es pot observar l'evolució del nombre i moviment de les captures a l'espai (Figures 16, 17, 18 i 19).

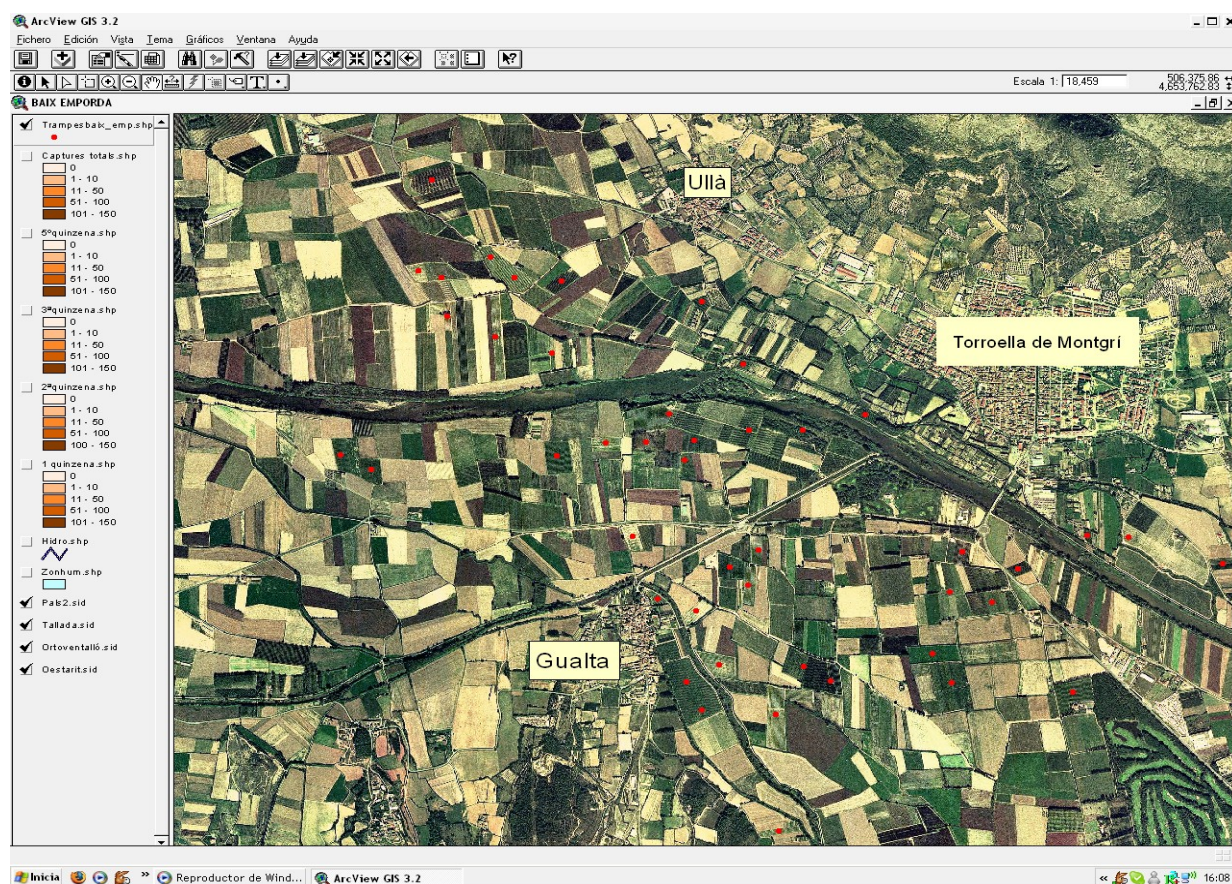


Figura 15. Ortofotomapa de la zona de Torroella de Montgrí i Gualta on s'ha sobreposat una capa amb la localització de les trampes de la campanya 2005 representades per punts vermells.(Finestra del programa ArcView)

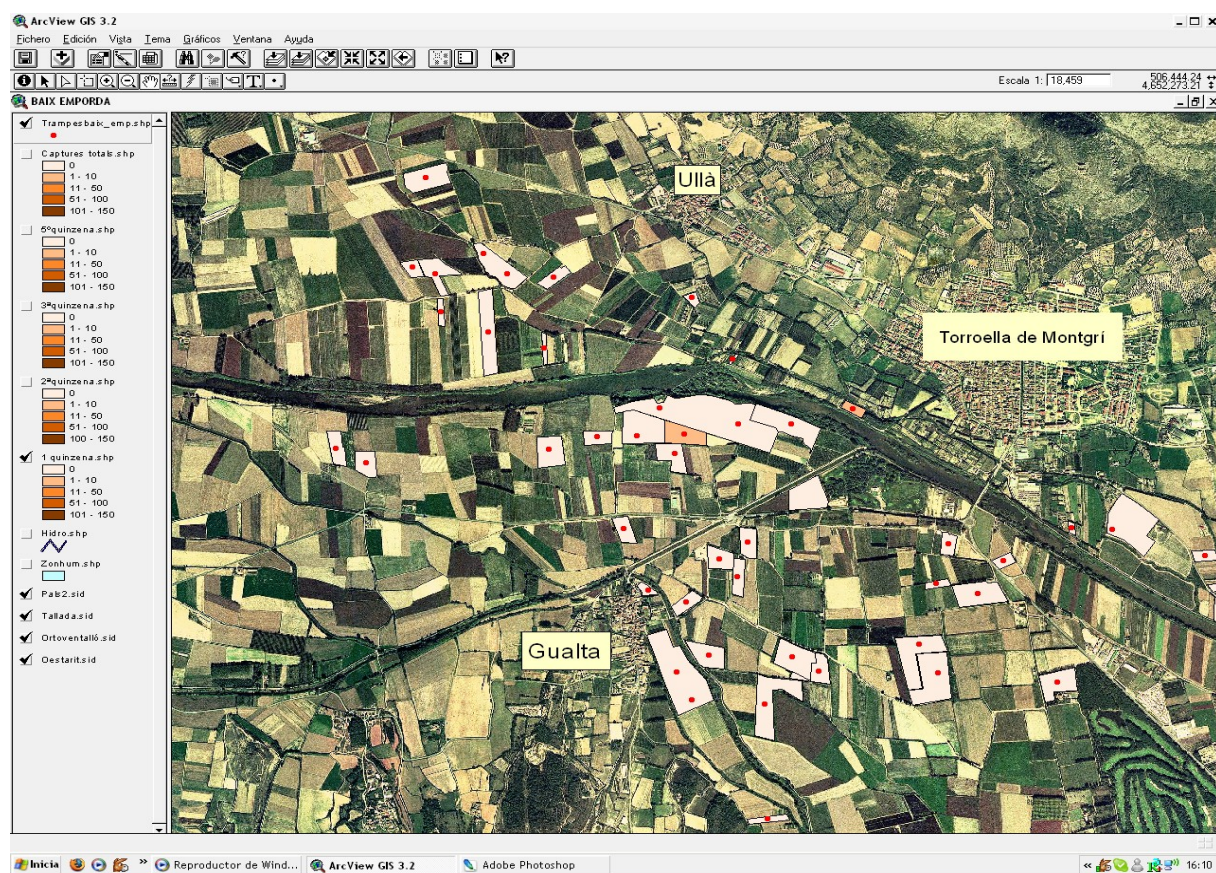


Figura 16. Dinàmica poblacional de la primera quinzena. Evolució de la figura anterior on s'hi ha sobreposat una capa del dibuix de les parcel·les de la campanya utilitzant un degradat de colors depenent del nombre de captures de la primera quinzena.

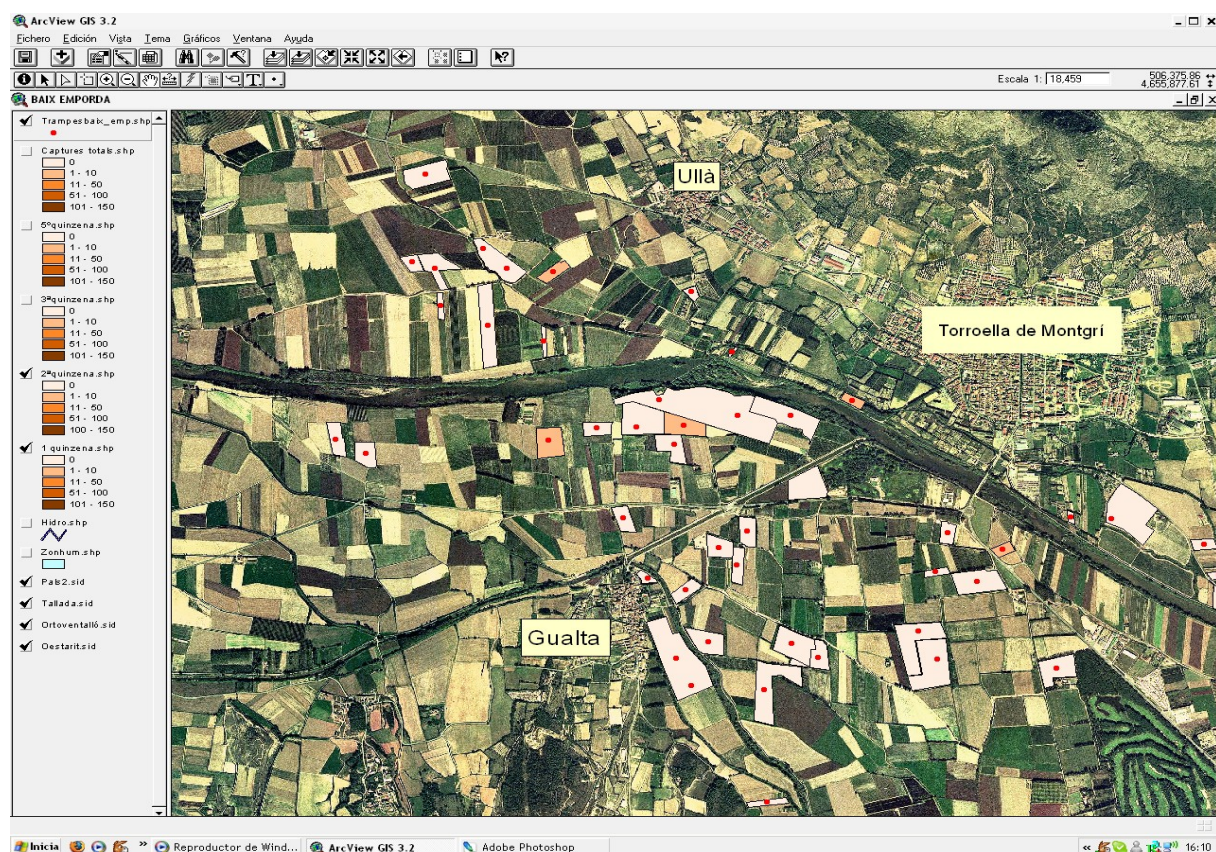


Figura 17. Dinàmica poblacional de la segona quinquena. Evolució de la figura anterior on s'hi ha sobreposat una capa del dibuix de les parcel·les de la campanya utilitzant un degradat de colors depenent del nombre de captures de la segona quinquena.

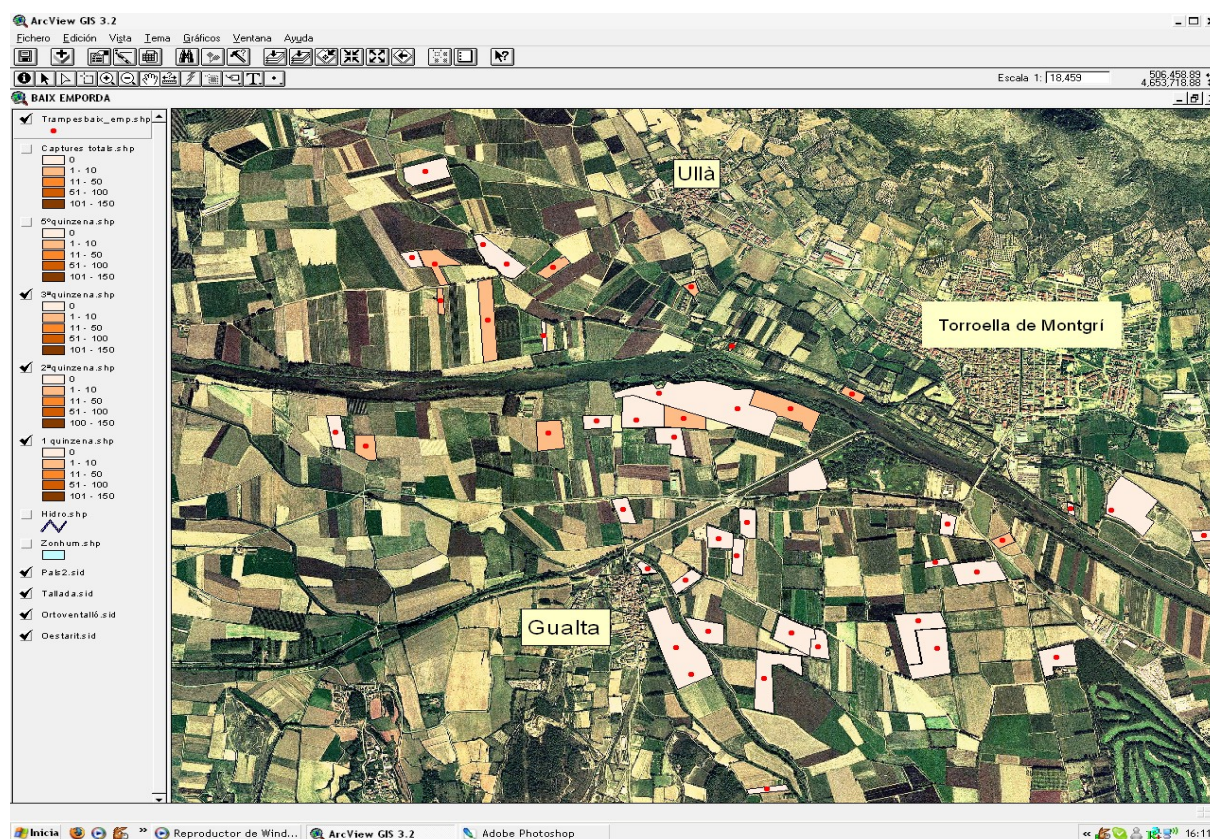


Figura 18. Dinàmica poblacional de la tercera quinzena. Evolució de la figura anterior on s'hi ha sobreposat una capa del dibuix de les parcel·les de la campanya utilitzant un degradat de colors depenent del nombre de captures de la tercera quinzena.

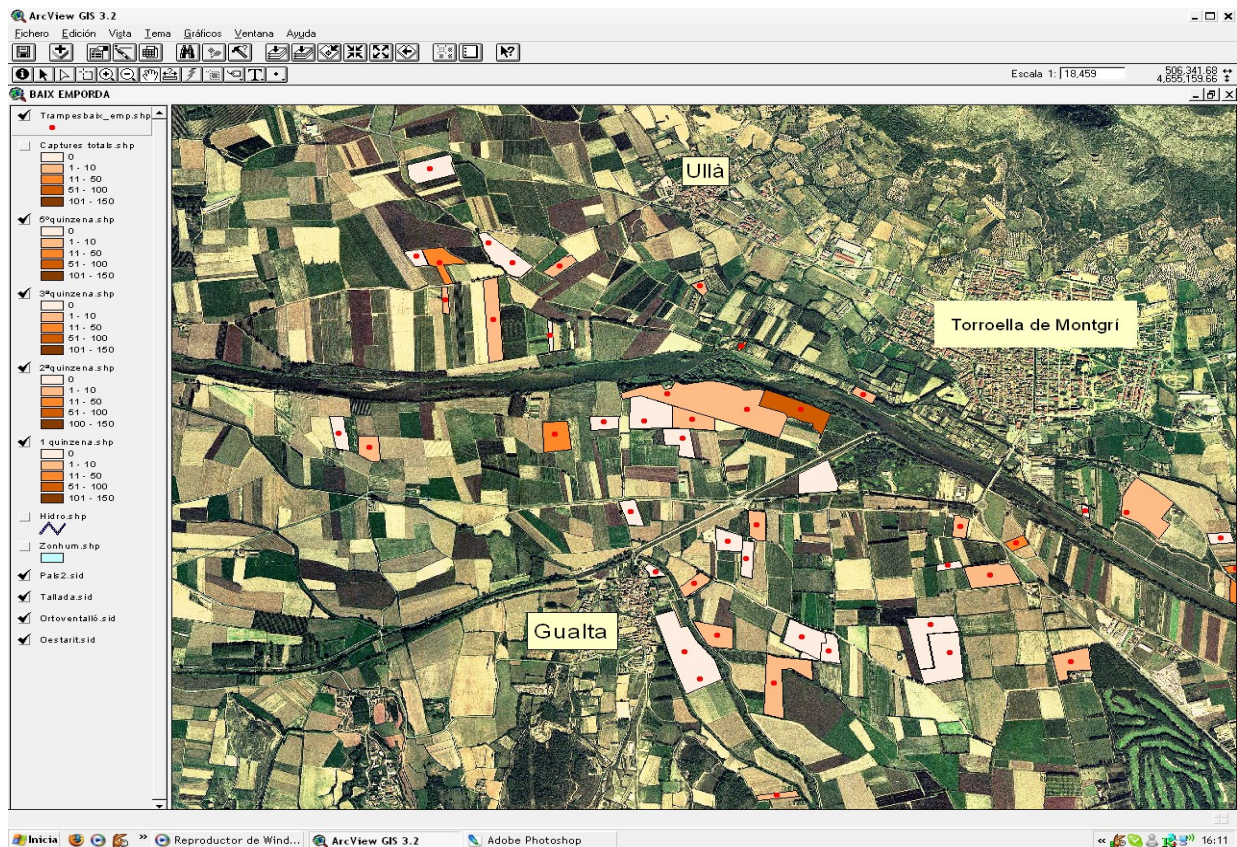


Figura 19. Evolució de la figura anterior on s'hi ha sobreposat una capa del dibuix de les parcel·les de la campanya utilitzant un degradat de colors depenent del nombre de captures de la quarta quinzena.

El programa permet sobreposar capes per exemple de tipologia del sol, de zones humides, etc. Al sobreposar-hi les capes dels rius i les zones humides en diferents zones es podia observar una tendència a un nombre major de captures prop dels rius o zones humides, cosa que va induir a fer un anàlisi estadístic per verificar o desmentir aquesta suposada tendència.

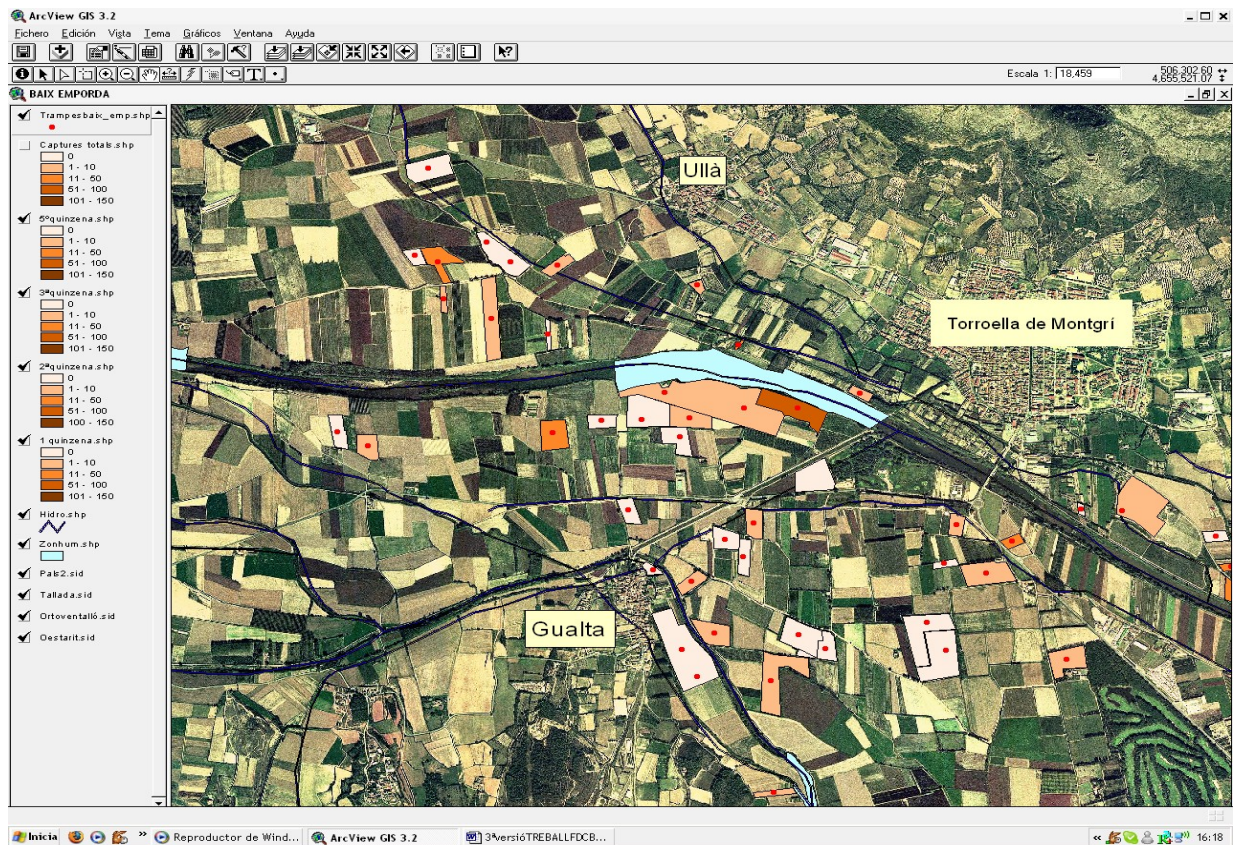


Figura 20. Ortofotomapa de la zona de Torroella de Montgrí i Gualta on s'ha sobreposat una capa amb la localització de les trapes de la campanya 2005 representades per punts vermells, una capa del dibuix de les parcel·les de la campanya utilitzant un degradat de colors depenent del nombre de captures de la quarta quinzena i una capa de color blau de les zones humides. (Finestra del programa ArcView)

5.3 Diferències d'afectació entre municipis

Ordenant els municipis per la mitjana de les captures (captures totals de mosca/trampa) anuals es pot veure si hi ha diferències entre municipis i quins són els municipis més afectats cada any. A les figures 20 i 21 es pot observar que els dos municipis més afectats, La Tallada al Baix Empordà i Sant Pere Pescador a l'Alt Empordà, presenten el major nombre de captures els dos anys, essent les captures de La Tallada tots dos anys, on es va registrar el major nombre de captures, amb molta diferència respecte tots els altres.

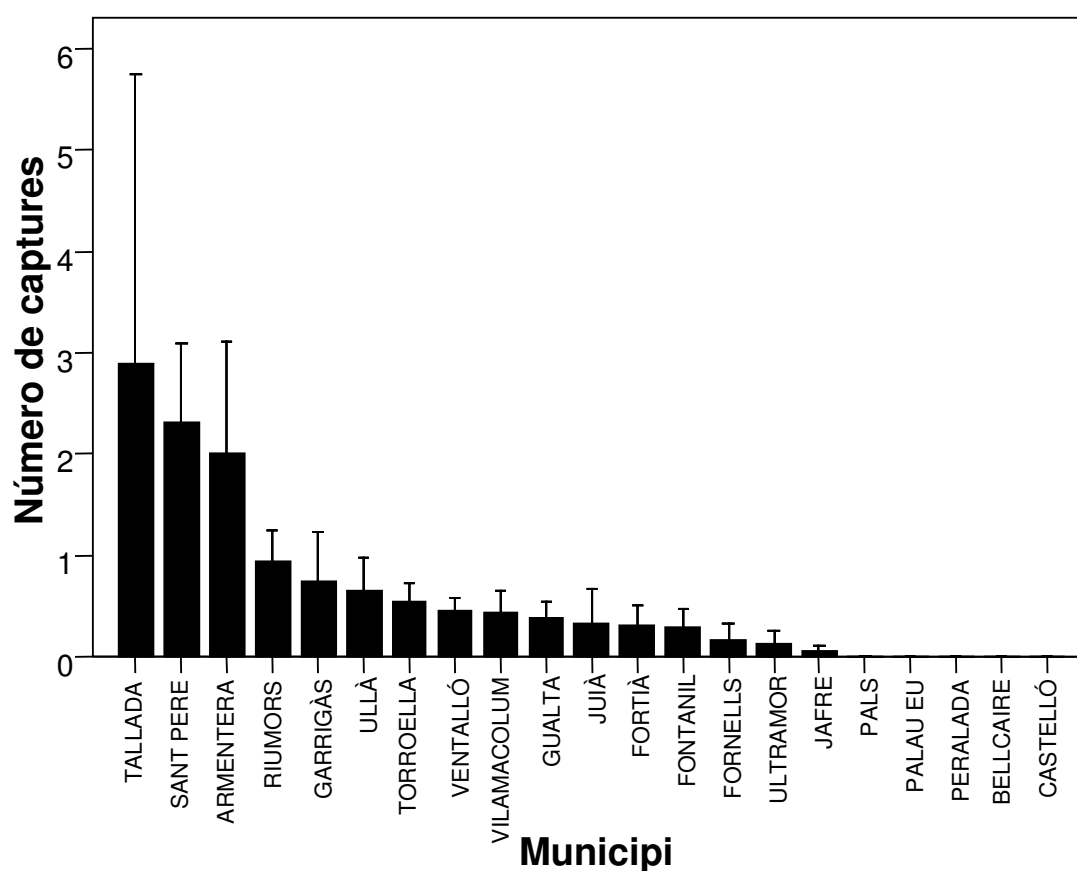


Figura 21. Diferències entre municipis pel que fa al nombre mig de captures a l'any 2005. La columna indica el valor de la mitjana i la barra indica l'error típic.

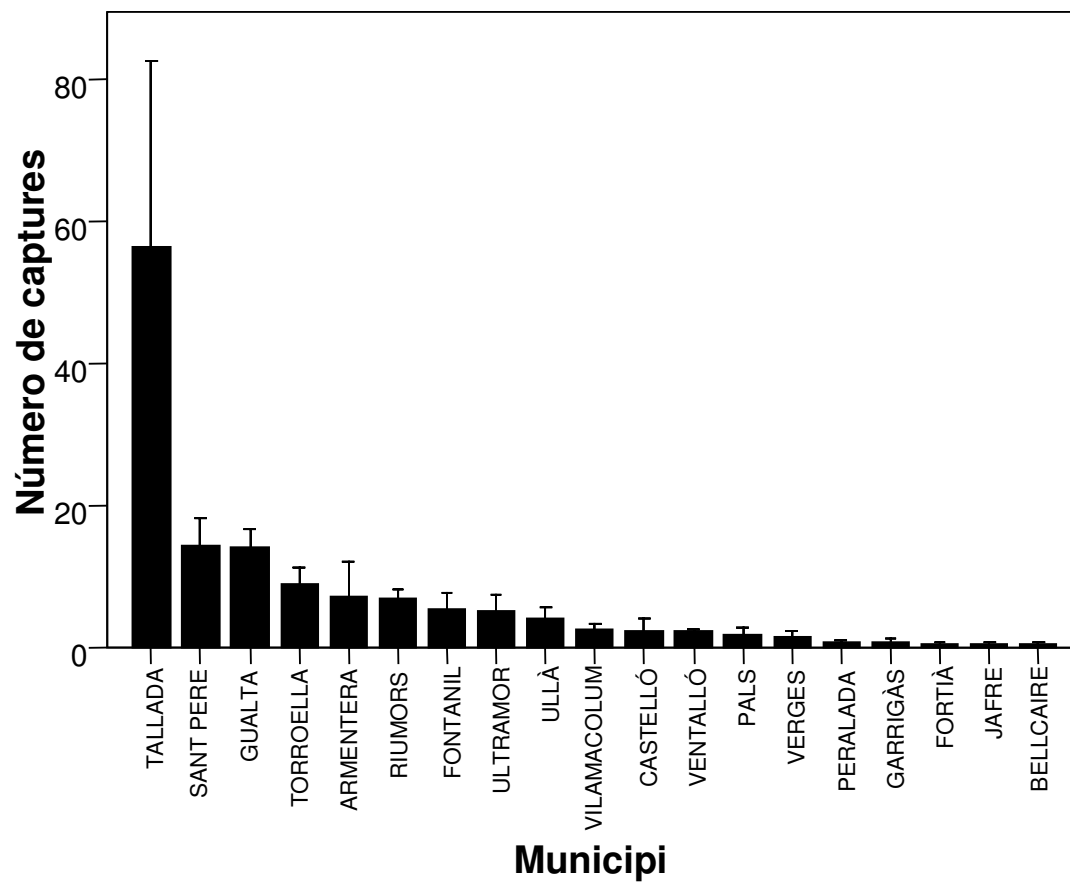


Figura 22. Diferències entre municipis pel que fa al nombre mig de captures a l'any 2006. La columna indica el valor de la mitjana i la barra indica l'error típic.

5.4 Efecte del factor temps en la dinàmica poblacional

Observant els resultats trobats amb la correlació de Spearman, mostrats a les taules 13 i 14, s'observa que la variació que es troba en el número de mosques capturades és deguda a l'efecte del factor (temps, quinzena), essent aquest efecte estadísticament significatiu el 2005 (Spearman's $r_s = 0.285$, $n = 683$, $P = 0.000$) i el 2006 (Spearman's $r_s = 0.220$, $n = 688$, $P = 0.000$). Això significa, que la variable temps (cada quinzena considerada) afecta al nombre de mosques trobades de manera positiva (el valor de r_s és positiu). És a dir que a mesura que passen les quinzenes hi ha més mosques.

Taula 13. Resultats de la correlació de Spearman entre el factor temps i la variable núm. de mosques capturades l'any 2005.

Correlacions			captures	quinzena
Rho de Spearman	captures	Coeficient de correlació	1,000	,285(**)
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	683	683
	quinzena	Coeficient de correlació	,285(**)	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	683	688

** La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).
a any = 2005

Taula 14. Resultats de la correlació de Spearman entre el factor temps i la variable núm. de mosques capturades a l'any 2006.

Correlacions

			captures	quinzena
Rho de Spearman	captures	Coeficient de correlació	1,000	,220(**)
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	687	687
	quinzena	Coeficient de correlació	,220(**)	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	687	688

** La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).
a any = 2006

Representat als gràfics 22 i 23 on a l'eix de les abscisses s'han graficat les quinzenes i a l'eix de les ordenades la mitjana de captures per trampa. Comparant l'escala de l'eix "Y" de les figures 22 i 23, queda en evidència el major nombre de captures de la temporada 2006 respecte al 2005, mostrant que a l'any 2006 el nivell poblacional ha estat molt superior, de l'ordre de nou vegades superior.

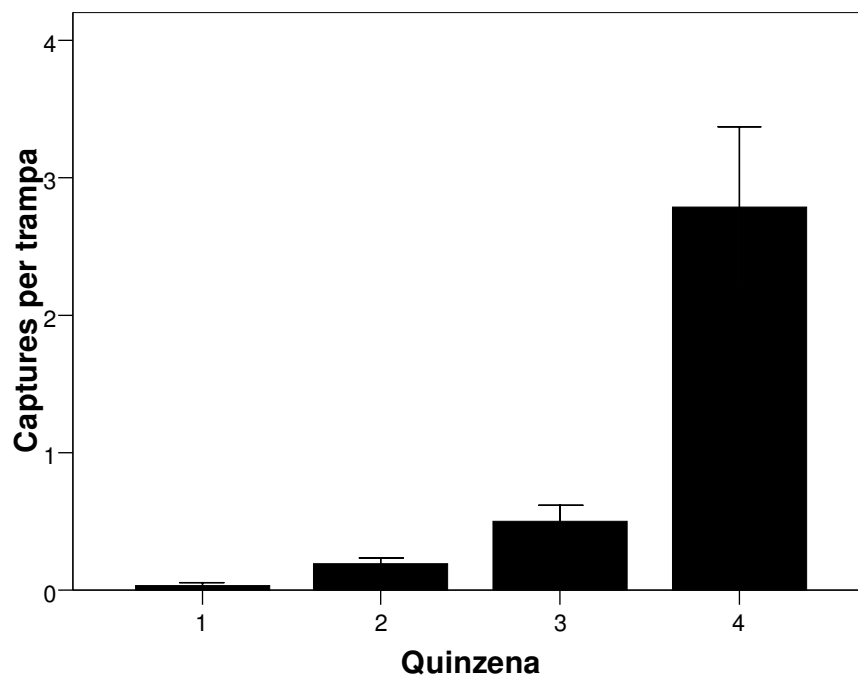


Figura 23. Gràfica amb l'evolució de la mitjana de les captures al llarg del temps (quinzenes) a l'any 2005. La columna indica el valor de la mitjana i la barra indica l'error típic. Les quinzenes tenen el següent espai temporal: 1 (14/07/05 – 28/07/05), 2 (28/07/05 – 11/08/05), 3 (11/08/05 – 25/08/05), 4 (25/08/05 – 8/09/05).

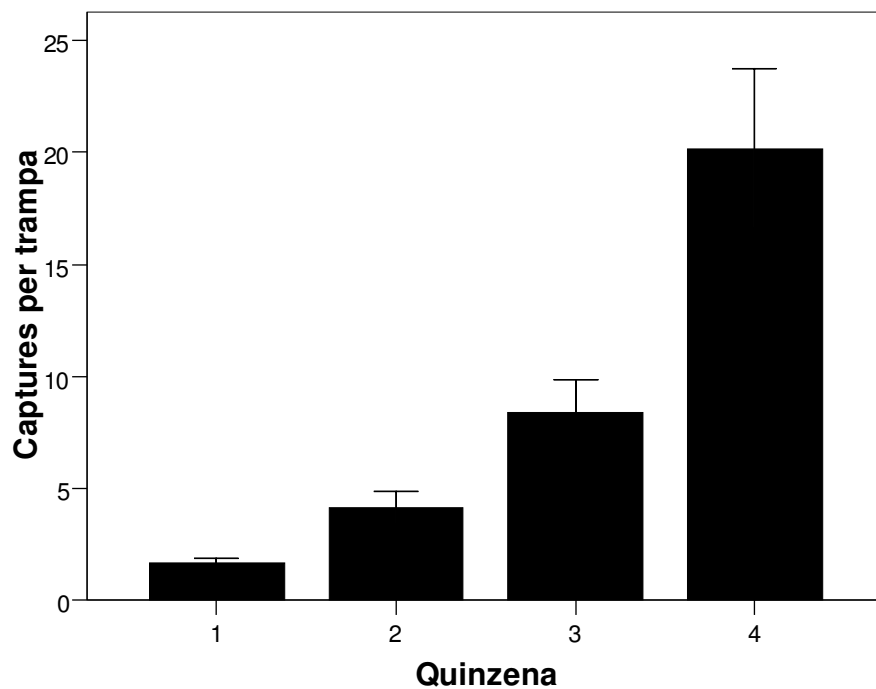


Figura 24. Gràfica amb l'evolució de la mitjana de les captures al llarg del temps (quinzenes) a l'any 2006. La columna indica el valor de la mitjana i la barra indica l'error típic. Les quinzenes tenen el següent espai temporal: 1 (29/06/06 – 20/07/06), 2 (20/07/06 - 03/08/06), 3 (03/08/06 – 17/08/06), 4 (17/08/06 – 30/08/06).

5.5 Efecte de la distància a les zones humides a la població

Utilitzant eines ofertes pels programes informàtics que treballen amb Sistemes d'Informació Geogràfica (GIS) com és l'ArcView, s'ha obtingut la distància de cada trampa a la massa d'aigua (riu, riera, aiguamoll...) més propera.

Quan s'analitzen les dades de distància dels dos anys conjuntament (Taula 15), es troba que hi ha un efecte al límit de la significació (0,061). En canvi, quan l'anàlisi es separa per cada any (Taules 16 i 17) es troba que al 2006 hi ha una correlació molt significativa (0,006, $P < 0,01$). Això indica que hi ha un efecte estadísticament significatiu i de caràcter negatiu entre el nombre de mosques i la distància, és a dir que a major distància de les masses d'aigua, menys nombre de mosques es capturen.

El fet que l'any 2005 no es trobi un efecte tan marcat, podria ser degut al baix nivell poblacional d'aquell any. Malgrat això, quan es fa el gràfic de dispersió de les captures totals en funció de la distància a les masses d'aigua (Figura 25) s'observa clarament la mateixa tendència en tot dos anys.

Taula 15. Resultats de la correlació de Spearman entre el factor distància i la variable núm. de mosques capturades a l'any 2005-06.

Correlacions

			captures_sum	captures_mean	distancia_mean
Rho de Spearman	captures_sum	Coefficient de correlació	1,000	,999(**)	-,095
		Sig. (bilateral)	.	,000	,061
		N	387	387	387
	captures_mean	Coefficient de correlació	,999(**)	1,000	-,093
		Sig. (bilateral)	,000	.	,069
		N	387	387	387
	distancia_mean	Coefficient de correlació	-,095	-,093	1,000
		Sig. (bilateral)	,061	,069	.
		N	387	387	387

** La correlació és significativa a nivell 0,01 (bilateral).

Taula 16. Resultats de la correlació de Spearman entre el factor distància i la variable núm. de mosques capturades l'any 2005.

Correlacions

			captures_sum	captures_mean	distancia_mean
Rho de Spearman	captures_sum	Coeficient de correlació	1,000	,999(**)	-,062
		Sig. (bilateral)	.	,000	,360
		N	217	217	217
	captures_mean	Coeficient de correlació	,999(**)	1,000	-,065
		Sig. (bilateral)	,000	.	,341
		N	217	217	217
	distancia_mean	Coeficient de correlació	-,062	-,065	1,000
		Sig. (bilateral)	,360	,341	.
		N	217	217	217

** La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral). a any = 2005

Taula 17. Resultats de la correlació de Spearman entre el factor distància i la variable núm. de mosques capturades l'any 2006.

Correlaciones

			captures_sum	captures_mean	distancia_mean
Rho de Spearman	captures_sum	Coeficient de correlació	1,000	1,000(**)	-,211(**)
		Sig. (bilateral)	.	,000	,006
		N	170	170	170
	captures_mean	Coeficient de correlació	1,000(**)	1,000	-,212(**)
		Sig. (bilateral)	,000	.	,006
		N	170	170	170
	distancia_mean	Coeficient de correlació	-,211(**)	-,212(**)	1,000
		Sig. (bilateral)	,006	,006	.
		N	170	170	170

** La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral). a any = 2006

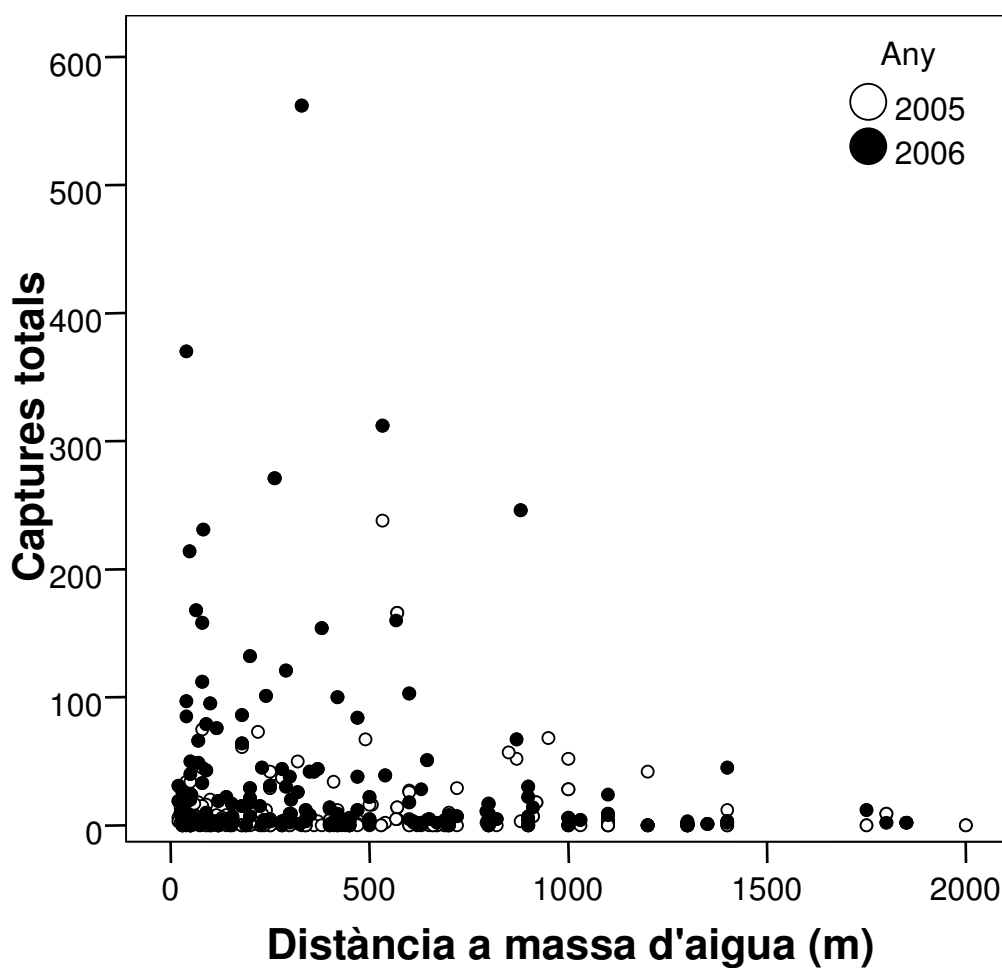


Figura 26. Gràfica de dispersió de punts amb els valors de les captures totals dels anys 2005-06 segons la distància a la massa d'aigua (riu, riera, aiguamoll...).

5.6 Controls pre collita

Els valors dels danys en fruits registrats a collita en les parcel·les avaluades, es poden observar a les taules 18 i 19.

Normalment el límit de tolerància pels danys a camp utilitzat està establert en un 1% de danys als fruits quan el control de la plaga es realitza amb aplicacions de productes químics; havent-ne utilitzat aquest límit màxim de danys per avaluar l'eficàcia de la captura massiva en el control de la plaga.

El màxim nivell de danys assolit durant els dos anys ha estat en 0.69% dels fruits de l'arbre el que representa un 0,31 dècimes per sota del límit establert.

Taula 18. Informació de les avaluacions dels danys a la collita al 2005.

Període	Nº Finques	Varietat	% Fruits Afectats	
			De l'arbre	Del sòl
8/8 – 12/8	2	Summer Lady	0.00	0.00
16/8 – 19/8	6	O'Henry	0.00	0.00
22/8 – 26/8	1	Maria Delizia	0.00	0.00
29/8 – 2/9	2	Everts	0.00	0.00
5/9 – 9/9	4	Gladys	0.00	0.00
	1	Belletardie	0.00	0.00
	1	Miraflores	0.00	0.00
	2	Caldesi 2020	0.00	0.00
12/9 – 16/9	1	Fairtime	0.00	0.41

Taula 19. Informació de les avaluacions dels danys a la collita al 2006

Període	Nº Finques	Varietat	% Fruits Afectats		Mitjana
			De l'arbre	Del sòl	Captures Trampa
13 – 7	2	Summer Rich	0.00	0.00	0
17 – 7	1	Elegant Lady	0.00	0.00	0.2
28 – 7	1	Summer Sweet	0.00	0.00	
08 – 8	1	Summer Lady	0.00	0.00	2.8
	1	Summer Lady	0.00	0.50	14.1
18 – 8	2	Merril O'Henry	0.00	0.00	0.7
	1	Merril O'Henry	0.29	0.34	8.6
21 – 8	1	Merril O'Henry	0.00	0.00	0.3
	1	Merril O'Henry	0.69	0.38	20

6 Discussió dels resultats

Un dels resultats més destacats d'aquest estudi és que s'han trobat diferències poblacionals de *C. capitata* entre municipis. Aquest resultat és molt important de cara a la prevenció, ja que ens indica que hi ha municipis amb més quantitat de *C. capitata* i amb un risc més elevat (com per exemple el municipi de la Tallada d'Empordà), i que per tant aquests haurien de prendre mesures més fortes o extres de prevenció.

En altres zones del món han estudiat la distribució de *C. capitata* en un àrea geogràfica amb diferents tipus de fruiters (Nestel *et al.*, 2002), trobant diferències de nivells poblacionals entre àrees i adjudicant aquestes diferències a la susceptibilitat de les diferents espècies de fruiters cultivades en cadascuna de les zones. Però aquest patró no és el que trobem en el treball que aquí es presenta ja que en els diferents municipis estudiats hi trobem les mateixes varietats de presseguers. Així doncs, els resultats indiquen que hi hauria d'haver una altra raó per explicar les diferències poblacionals trobades. Caldrien més estudis per tal d'explicar aquestes diferències poblacionals.

Als darrers anys, les eines de GIS s'han començat a aplicar a l'estudi de plagues (Liebhold *et al.*, 1993; Nestel and Klein, 1995; Brenner *et al.*, 1998). Nombrosos autors han utilitzat aquesta eina per analitzar la distribució de *Ceratitis capitata* en diferents zones del món, combinant-les amb dades climàtiques per desenvolupar models predictius de la seva distribució geogràfica a nivell mundial (Israely *et al.*, 1997; Vera *et al.*, 2002; Nestel *et al.*, 2002). Malgrat això, la correlació entre la presència de mosca i les zones humides, un altre factor important a l'hora d'analitzar la distribució espacial de la plaga, no havia estat específicament estudiada. Sovint s'ha parlat de la importància de la presència d'aquestes zones humides pel desenvolupament de la mosca, però no s'havia fet un estudi estadístic de la seva distribució en relació a les masses d'aigua, com s'ha realitzat en aquest treball. Per tant és la primera vegada que es demostra que els cultius més propers a les masses d'aigua tenen una major presència de *C. capitata*.

En un futur seria important repetir la correlació entre la distància a les zones humides i la presència de *C. capitata*, sobretot en anys en que la plaga hagi desenvolupat una població més

elevada, com va ser el cas de l'any 2007, i aprofundir en la biologia de la mosca per tal d'esbrinar el perquè d'aquesta relació. Evidentment, aquesta informació també és molt important de cara a la prevenció i permetrà dissenyar una estratègia de maneig adient per aquelles parcel·les que estiguin més properes als nombrosos cursos d'aigua de l'Alt i Baix Empordà.

És interessant ampliar el model de seguiment de GIS cap als cultius precedents com el de la pomera per observar les migracions de la plaga i aprofundir i integrar aquests sistemes GIS en el control de plagues al nostre país ja que aquests faciliten molt la feina i indueixen a nous coneixements.

El factor temps és molt important per a la dinàmica poblacional de *C. capitata* i ha estat descrit per nombrosos autors estrangers (Harris and Olalquiaga 1991(b), Harris *et al.* 1993, Katsoyannos *et al.* 1998, Mavrikakis *et al.* 2000; Papadopoulos *et al.* 2001a, Segura *et al.* 2004, Maelzer *et al.* 2004, Israely *et al.* 1997) i de l'estat espanyol (Miranda 1999; Ros *et al.* 2002a; Alonso and García-Marí 2003; Martinez *et al.* 2006). En el nostre cas a l'estudiar el creixement poblacional respecte al temps s'ha observat que hi ha un creixement fins al moment de la collita del préssec i en cap moment s'ha detectat un decreixement. Aquest fet presenta un factor de risc important sobretot pels cultius precedents, com és el cas de la pomera. Per això, en aquest altre cultiu també s'està utilitzant la captura massiva com a mètode de control i és extremadament important el moment de la col·locació de les trampes de captura massiva i col·locar-les abans de registrar captures de mosca a les parcel·les amb pomeres.

Finalment, el mètode de control i seguiment de la plaga ha demostrat ser extremadament efectiu i s'està observant a l'actualitat que en la majoria dels casos és fins a 4 vegades més eficient que el control químic i que el punt clau d'aquest mètode és la prevenció. Aquest mateix resultat ha estat descrit per altres autors que han treballat amb captura massiva en grans superfícies (Nestel *et al.*, 2002). Després d'uns primers recels per part d'alguns agricultors, actualment el mètode presenta una molt bona acceptació d'aquests en veure any enrere any l'eficiència del mètode i això facilita molt el bon funcionament de les campanyes.

7 Conclusions

A partir dels resultats obtinguts en aquest treball es pot concloure:

1) La població de *C. capitata* en plantacions de presseguer durant els dos anys avaluats augmenta a mesura que passa el temps a partir de la primera captura (22 de juny al 2005 i 28 de juny al 2006) fins a la collita.

2) Existeixen diferències d'afectació de *C. capitata* entre municipis, la majoria dels més afectats ho són els dos anys, com la Tallada i Sant Pere Pescador.

A més a més, s'ha determinat que existeix una correlació significativa (0,006, $P < 0,01$) entre els nivells poblacionals de *C. capitata* i la distància a les zones humides sent menor la població quan més gran és la distància.

3) En cap de les finques avaluades s'ha superat l'1% de danys als fruits en els moments previs a la collita, per tant, la tècnica de captura massiva d'adults de *Ceratitis capitata* ha permès un control satisfactori pels diferents nivells de pressió de la plaga en presseguers de l'Alt i el Baix Empordà durant les campanyes 2005 i 2006, evitant en tots els casos l'aplicació de tractaments químics per controlar els seus danys.

8 Bibliografía

- Alonso-Muñoz A;** García-Marí F, 2003. Evolución de la abundancia de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) a lo largo del año y comparación de diversos mosqueros. *Levante Agrícola* 4º trimestre, 384-390.
- Batkin, T. A. 1995.** Impact of Medfly on California Agriculture. *Abstracts of Papers of the American Chemical Society* 209:16-AGRO.
- Brenner R.J.; Focks, D.A.; Arbogast, R.T.; Weaver, D.K.; Shuman, D. 1998.** Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. *American Entomologist* 44:79-101.
- Buyckx, E. J. 1994.** Bioclimatic effects on the distribution of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in the Maghreb. In C.O. Calkins, W. Klassen & P. Liedo (Ed.), *Fruit Flies and the Sterile Insect Technique* (pp. 139-164). CRC Press.
- Cabitza, F., Cubeddu, Maurichi, S., Ballore, S., Pala, M. & Lovicu, G. 1994.** Aplicación di technique di lotta integrata per il controllo della mosca mediterranea su clementine in Sardegna. *L'Informatore Agricola*, (24), 45-48.
- Carey, J. R. 1989.** Exotic Fruit Fly pests and California agriculture. *California agriculture* 43 (3), 38-40.
- Carey, J. R. 1996.** The incipient Mediterranean Fruit Fly population in California: Implications for invasion biology. *Ecology*, 77 (6), 1690-1697.
- Chinery, M. 1988.** Guía de campo de los insectos de España y de Europa, Ed. Omega S.A. Barcelona.
- Enkerlin, W. & Mumford, J. 1997.** Economic evaluation of three alternative methods for control of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Israel, Palestinian territories, and Jordan. *Journal of Economic Entomology*, 90 (5), 1066-1072.
- Epsky, N. D., Hendrichs, J., Katsoyannos, B. I., Vasquez, L. A., Ros J. P., Zumreoglu, A., Pereira, R., Bakri, A., Seewooruthun, S. I. & Heath, R. R. 1999.** Field evaluation of female-targeted trapping systems for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in seven countries. *Journal of Economic Entomology*, 92 (1), 156-164.
- Eskafi, F. M. And A. Fernandez. 1990.** Larval-Pupal Mortality of Mediterranean Fruit-Fly (Diptera: Tephritidae) from Interaction of Soil, Moisture, and Temperature. *Environmental Entomology* 19:1666-1670.

- FAO/IAEA. 1993.** Programme d'éradication de la mouche méditerranéenne des fruits en Algérie, en Jamahiriya Arabe Libyenne, au Maroc et Tunisie. FAO-IAEA. Tec. Doc. STI/PUB/943
- Field, S. A., R. Kaspi, and B. Yuval. 2002.** Why do calling medflies (Diptera: Tephritidae) cluster? Assessing the empirical evidence for models of medfly lek evolution. *Florida Entomologist* 85:63-72.
- Fimiani, P. 1989.** Pest Status in the Mediterranean Region. In: A. S. Robinson, & G. Hooper (Ed.), *Fruit Flies. Their biology, natural enemies and control*. (pp. 27-34). Elsevier.
- Fimiani, P. & Sollino, G. 1989.** Observations on Fruit Flies of the island of Ischia (Naples). In: R. Cavalloro (Ed.), *CEC/IOBC International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance* (pp. 571-578). Roma (Italia). A.A. Balkema.
- Fischer, P. & Busch, E. 1989.** Pest status in Temperate Europe and West Asia. In: A. S. Robinson, & G. Hooper (Ed.), *Fruit flies. Their biology, natural enemies and control*. Vol. 3°, 91-96. Elsevier.
- Gasparich, G. E., Silva, J., Han, H., McPheron, B. A., G.J., S. & Sheppard, W. S. 1997.** Population genetic structure of mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) and implications for worldwide colonization patterns. *Annals of Entomological Society of America*, 90 (6), 790-797.
- Gilmore, J. E. 1989.** Sterile Insect Technique. In A.S. Robinson, & G. Hooper (Ed.), *Fruit Flies, Their Biology, natural enemies and control*. Vol. 3°, (pp. 353 – 364). Ed. Elsevier.
- Harris, E. J., Okamoto, R. Y., Lee, C. Y. L. & Nishida, T. 1991.** Suitability of *Dacus dorsalis* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) as Host of the Parasitoid *Biosteres arsius* (Hymenoptera: Braconidae). *Entomophaga*, 36 (3), 425-430.
- Harris EJ; Olalquiaga G, 1991. (b)** Occurrence and distribution patterns of Mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae) in desert areas in Chile and Peru. *Environ. Entomol.* 20, 174- 178.
- Harris EJ; Vargas RI; Gilmore JE, 1993.** Seasonality in occurrence and distribution of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Upland and Lowland areas on Kauai, Hawaii. *Environ. Entomol.* 22, 404-410.
- Headrick, D. H. & Goeden, R. D. 1996.** Issues concerning the eradications or establishment and biological control of Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), in California. *Biological Control*, 6, 412-421.

- Heath, R. R., N. D. Epsky, B. D. Dueben, J. Rizzo, and F. Jeronimo. 1997.** Adding methyl-substituted ammonia derivatives to a food-based synthetic attractant on capture of the Mediterranean and Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 90:1584-1589.
- Hendrichs, J., & Prokopy, R. J. 1994.** Food foraging behavior of frugivorous fruit flies. In: Calkins, C.O., Klassen, W. & Liedo, P. (Ed.). *Fruit flies and the Sterile Insect Technique*, (pp. 37-55). CRC Press.
- Hendrichs, J., Franz, G. & Rendon, P. 1995.** Increased effectiveness and applicability of the Sterile Insect Technique through male-only releases for control of Mediterranean Fruit Flies during fruiting seasons. *J. Appl. Ent.*, (199), 371-377.
- Howse, P. E. & Knapp, J. J. 1996.** Pheromones of Mediterranean Fruit Fly: Presumed Mode of Action and Implications for Improved Trapping Techniques. In: McPherson, B. A. & Steck, G.J. (Ed.), *Fruit Fly pest: A world assessment of their biology and management* (pp. 91-100). Florida. St. Lucie Press.
- Israely N; Yuval B; Kitron U; Nestel D, 1997.** Populations fluctuations of adults Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a Mediterranean heterogeneous agricultural region. *Environ. Entomol.* 26, 1263-1269.
- Jones, O. 1998.** Practical applications of pheromones and other semiochemicals: Lure and Kill. In: Howse, P., Stevens, I. & Jones, O. *Insect pheromones and their use in pest management*. (pp. 300-312). Chapman and Hall
- Katsoyannos, B. I. 1983.** Captures of *Ceratitis capitata* and *Dacus oleae* flies (Diptera: Tephritidae) by McPhail and Rebell color traps suspended on citrus, fig and olive trees on Chios, Greece. R. Cavalloro (Ed.), *CEC/IOBC International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance* (pp. 451-456). Atenas (Grecia). A.A. Balkema.
- Katsoyannos, B. I. 1994.** Evaluation of Mediterranean fruit-fly traps for use in sterile insect technique programmes. *J. Appl. Ent.*, 118, 442-452.
- Katsoyannos, B. I., Kouloussis, N. A. & Carey, J. R. 1998.** Seasonal and Annual Occurrence of Mediterranean Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) on Chios Island, Greece: Differences Between Two Neighboring Citrus Orchards. *Annals of the Entomological Society of America*, 91 (1), 43-51.
- Katsoyannos BI; Kouloussis NA; Carey JR, 1998.** Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on Chios Island, Greece: differences between two neighbouring citrus orchards. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 91, 43-51.

- Katsoyannos, B. I., Papadopoulos, N. T., Hendrichs, J., & Wornoayporn, V. 1999.** Comparative response to citrus foliage and citrus fruit odour by wild and massreared sterile Mediterranean fruit fly males of a genetic sexing strain. *Journal of applied entomology-zeitschrift fur angewandte entomologie*, 123 (3), 139-143.
- Klassen, W., Lindquist, D. A. & Buyckx, E. J. 1994.** Overview of the joint FAO/IAEA divisions's involvement in Fruit Fly Sterile Insect Technique programs. In: Calkins, C.O., Klassen, W. & Liedo, P. (Ed). *Fruit flies and the Sterile Insect Technique*, (pp. 3-26). CRC Press.
- Knipling, E. F. 1955.** Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. *Journal of Economic Entomology*, 48 (4), 459-462.
- Leonhardt, B. A., R. T. Cunningham, D. L. Chambers, J. W. Avery, and E. M. Harte. 1994.** Controlled- Release Panel Traps for the Mediterranean Fruit-Fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 87:1217-1223.
- Liebhold A.M.; Rosi, R.R.; Kemp, W.P. 1993.** Geostatistical and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology* 20:1407-1417.
- Liquido, N. J., Cunningham, R. T. & Nakagawa, S. 1990.** Host plants of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on the island of Hawaii (1949-1985 survey). *Journal of Economic Entomology*, 83 (5), 1865-1877.
- Maelzer DA; Bailey PT; Perepelicia N, 2004.** Factors supporting the non-persistence of fruit fly populations in South Australia. *Austr. Jour. Exper. Agric.* 44, 109-126.
- Martínez-Ferrer MT; Campos JM; Fibla JM, 2006.** Population dynamics of *Ceratitis capitata* on citrus in northeast Spain: the influence of adjacent host fruit trees. *IOBC/WPRS Bull.* 29, 77-84.
- Mavrikakis, P. G., A. P. Economopoulos, and J. R. Carey. 2000.** Continuous Winter Reproduction and Growth of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Heraklion, crete, Southern Grece. *Environmental Entomology* 29: 1180-1187.
- McLeay, W. S. 1829.** Notice of *Ceratitis citriperda*, an insect very destructive to oranges. *Zool. Journ.* IV:475-482.
- McPhail, M. 1939.** Protein lures for fruit flies. *J. Econ. Entomol.* 32:758-761.
- Miranda MA, 1999.** Estudio de la curva de vuelo anual, comportamiento en condiciones naturales y ciclo diario de capturas de *Ceratitis capitata* Wied., en agrosistemas de Baleares. Implicaciones en una estrategia de control a nivel extensivo. Thesis Doctoral, Universitat de les Illes Balears, Mallorca, España.

- Nakagawa, S., Chambers, D. L., Bradshaw, T. I., Urago, T. & Harris, E. J. 1975.** Performance of a sticky trap with trimedlure impregnated in the adhesive material. *Econ. Entomol.*, 68 (6), 817-818.
- Nestel, D.; Klein, M. 1995.** Geostatistical analysis of leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) colonization and spread in deciduous orchards. *Environ. Entomol.* 24: 1032-1039.
- Nestel, D.; Katsoyannos, B.; Nemmy-Lavy, E.; Mendel, Z.; Papadopoulos, N. 2002.** Spatial analysis of Medfly populations in heterogeneous landscapes. Proc. 6th. International fruit Fly Symposium, Stellenbosch, Soth Africa.
- Newel, W. 1936.** Progress report on the Key West (Florida) fruit fly eradication project. *J. Econ. Entomol.* 29:116-120.
- Orozco, D., Enkerlin, W. R. & Reyes, J. 1994.** The Moscamed program: practical achievements and contributions to science. In: Calkins, C.O., Klassen, W. & Liedo, P. (Ed.). *Fruit flies and the Sterile Insect Technique*, (pp. 209-222). CRC Press.
- Ortego, F., C. Magaña, P. Hernández-Crespo, and P. Castañera. 2005.** detección de resistencia a insecticidas en *Ceratitis capitata*: bases bioquímicas y moleculares. *Phytoma España.*, 173:63-66.
- Papadopoulos NT; Katsoyannos BI; Carey JR; Kouloussis NA, 2001.** Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Northern Greece. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94, 41-50.
- Plus, N. & Cavalloro, R. 1983.** The viruses of *Ceratitis capitata* Wied. In vivo and in vitro. R. Cavalloro (Ed.), *CEC/IOBC International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance* (pp. 106-112)Atenas (Grecia). A.A. Balkema.
- Prokopy, R. J. And B. D. Roitberg. 1984.** Foraging Behavior of True Fruit-Flies. *American Scientist.*, 72:41-49.
- Prokopy, R. J., Papaj, D. R., Hendrichs, J. & Wong, T. T. Y. 1992.** Behaviourial Responses of *Ceratitis capitata* flies to bait spray droplets and natural food. *Entomol. Exp. Appl.*, 64, 247-257.
- Purcell, M. F., Stark, J. D. & Messing, R. H. 1994.** Insecticide effect on three Tephritid Fruit Flies and associated Bracoid parasitoids in Hawaii. *J. Econ. Entomol.*, 87 (6), 1455-1462.
- Roessler, Y. 1989.** Insecticidal bait sprays and cover sprays. In A. S. Robinson, & G. Hooper (Ed.), *Fruit Flies. Their biology, natural enemies and control.* (pp. 329-336). Elsevier.

Ros JP; Gomila J; Reurer M; Pons P; Castillo E, 2002. The use of mass-trapping against Medfly (*Ceratitis capitata* (Wied.)) in a sustainable agriculture system on Minorca Island, Spain. In Proceed. 6th International Fruit Fly Symposium. Stellbosch, South Africa, 361-364.

Segura DF; Vera MT; Cladera J, 2004. Fluctuación estacional en la infestación de diversos hospedadores por la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), en la provincia de Buenos Aires. *Ecol. Austral* 14, 3-17.

Steiner, L. F. 1957. Low cost plastic Fruit Fly trap. *Jornal of Economics Entomology.*, 50 (4), 503-504.

Tarazona, A. 1998. Datos del Servicio de Sanidad Vegetal de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación de la comunidad Valenciana.

Vargas, R. I., Walsh, W. A., Hsu, C.-L., Spencer, J., Mackey, B., & Whitehand, 1994. Effect of sterile Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) releases on the target species, a nontarget Tephritid, and a Braconid parasitoid in commercial coffee islands. *J. Econ. Entomol.*, 87 (3), 653-660.

Vargas, R. I., N. W. Miller, and R. J. Prokopy. 2002. Attraction and feeding responses of mediterranean fruit fly and natural enemy to protein baits laced with two novel toxins, phloxine B and spinosad. *Entomologia Experimentalis et Applicata.*, 102:273-282.

Vera MT; Rodriguez R; Segura DF; Cladera JL; Sutherst RW, 2002. Potential geographical distribution of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae), with emphasis on Argentina and Australia. *Environ. Entomol.* 31, 1009-1022.

Wiedemann, C. R. W. 1824. *Analecta entomologica ex Museo regio Hafniae maxime congesta.* Kiliae., 124.

URL:

http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/Anu_06/indice.asp., MAPA (ministeri d'Agricultura Pesca i Alimentació), anuario 2006; consultat per última vegada el desembre de 2007.

<http://www.frutasyhortalizas.com.co>., consultada per última vegada el desembre de 2007.

<http://aramel.free.fr/>., consultada per última vegada el desembre de 2007.

<http://www.floresalud.com>., consultada per última vegada el desembre de 2007.

<http://www.sag.gob.cl>., consultada per última vegada el desembre de 2007.